

AMALY EKONOMETRIKA

(EXCEL ulanmak arkaly)

ÝAGŞYÝEW YHLAS ÖWEZNAZAROWIÇ

2025

Eziz okyjylarym!

Bu eliňizdäki meniň 7 - nji kitabymdyr: **ÖSÜŞIŇ 9 SYRY (2016), HEKAÝALAR (2017), PIKIRLER (2018), FUNDAMENTALS OF ECONOMICS AND FINANCE (2020), CHALLENGING ECONOMICS QUESTIONS (2023), MATEMATIKI YKDYSADYÝET (2024)**. Ekonometrika - ykdysadyýeti ölçemek, diýmegi aňladýar, we örän çylşyrymly ykdysadyýet ugurlarynyň biri hasap edilýändir, munyň sebäbi bolsa, örän matematiki we tehniki bolmagydyr! Ýöne, ekonometrika - her bir ykdysadçy üçin hökmanydyr, sebäbi, ekonometrikada ulanylýan ykdysady seljeriş usullary, usullaryň “iň dogra” ýakyny we “iň takygydyr”. Häzirki döwürde “**artificial intelligence**”, “**data science**”, “**machine learning**” we “**network analysis**” ýaly usullar ykdysady, syýasy, maliýe we beýleki seljerişlerde ulanylmagyna başlanan hem bolsa - da, entäk bu seljeriş usullaryň doly öwrenilmegi we özleşdirilmegi üçin kän wagt gerek bolar. Ekonometrikada giňden ulanylýan OLS (Ordinary Least Squares) usuly bolsa, giňden bilinýär we ulanylýar. Ekonometrikadan - gaçmak ýokdur! “Bu sapagy, talyplar üçin, elhenç edýän zat nämekä?” diýen pikir mundan 3 - 4 ýyl mundan ozal gelipdi kelläme, we şondan bäri, bu sapagy okatmagyň iň “agyrlykly” we “iň kösençsiz” usulyny gözleşdirmäge başlapdym. Iň ýitiye we ykdysadyýet ylmyna aşyk talyplaryma bu sapagy dogrusy her dürli edip okadyp gördüm: güýçli matematiki usulda, nazaryýet agyrlykly usulda, we ş.m. we talyplarymyň elde edýän ylmyna seredip şu netijäni çykardym: 1) ekonometrika sapagy - ekonometrikanyň esaslaryny gowy bilýän talyplar üçin aňsat! 2) ekonometrika sapagyny - diňe amaly usulda öwretmeli, ýagny mysallar we mesele bilen! Her zady öwrenmegiň öz usuly bardyr mysal üçin gündogar söweş sungaty bolan Karate, ýuwaş - ýuwaşdan öwredilýär. Ykdysadyýet ylmy - nazaryýet agyrlykly matematika bilen öwredilýär! Suwda ýüzmäni bolsa - diňe suwa girip öwredilýär! Ynha ekonometrikada edil suwda ýüzmek ýaly, gönümel seljerişlere girip öwrenilýär! Birnäçe minut tanyşlykdan soňra, göni regressiýa (ekonometriki seljerişe) başlaýaryn! Bu başda birhili bolsada, her sapakda regressiýanyň belli bir bölegini öwrenmek arkaly, aňyrsy 5 - 6 sapakda, talyplar ekonometriki seljerişe düşüniپ başlaýarlar. 3 ýylyň dowamynda bu ekonometrika okatmak usulymyň üstünde işledim we şeýlelikde, bu sapagy, ykdysadyýetiň esaslaryny bilýän we az - owlak matematika bilen tanyş talyba aňyrsy 10 sapakda öwretmek mümkin ýagdaýa geldi! Bu kitabyň her bir bölümini 1 sapak diýip alyp bilersiňiz, şunlukda bary ýogy 13 sapakda (aňyrsy 40 gün), ekonometriki seljerişleriň esaslaryny öwrendigiňiz bolar. Ýagny, iş ýerlerinde gerekli ekonometriki seljeriş edip biljek, düzgüne laýyk netijeler alyp biljek derejä ýetmek mümkin. Bu okuw kitaby özbaşdak hem okalyp biler, ýöne men bu kitaby, Amerikanyň ýokary okuwlarynyň aglabasynda okuw kitaby hökmünde ulanylýan belli ekonometristler Damodar N. Gujarati we Dawn.C. Porter - iň ýazan “BASIC

ECONOMETRICS” , fifth edition, 2009, kitabyň ýanynda ýan kitaby hökmünde ulanylmagyny maslahat berýärim. “BASIC ECONOMETRICS” kitabynda, örän köp tablisalar bar we örän köp talyplar üçin işler berilen, men öz kitabymda ynha bulardan peýdalandym. “BASIC ECONOMETRICS” kitabyň her bölüminiň soňunda talyplar üçin işler (EXERCISE) berilen we esasan hem muny çözmekde kynçylyk çekýän talyplar üçin meniň ýazan kitabym örän peýdaly bolar, sebäbi “BASIC ECONOMETRICS” - de berilen iň agyr we çylşyrymly işleri öz kitabymda çözüp görkezdim (“BASIC ECONOMETRICS” - de berilen işleriň çözgüdi berilenok!). Şonuň üçinem, AMALY EKONOMETRIKA kitaby, diňe talyplar üçin däl, eýsem - de ilki bilen ýokary okuw mugallymlaryna/kärdeşlerime örän peýdaly bolar diýilen umyt bilen ýazyldy. Bu kitabyň Türkmen dilinde ýazylmagy bolsa, Türkmen dilini ösdürmek we ýaýmak maksatlydyr: sebäbi her bir diliň ösmegi we ýaýylmagy üçin şol dilde ýazylan kitaplaryň, esasan hem ylmy kitaplaryň sanynynyň bollugyna baglydyr! EXCEL, her bir kompýuterde bar bolan we sözüň göni manysynda iň arzan programmadyr, we şonuň üçinem, ähli ekonometriki seljerişlerimi EXCEL ulanmak arkaly ýerine ýetirdim. Ekonometriki seljeriş programmalary az däl, ýöne gynansakda bularyň aglabasy gymmat. Şonuň üçinem, talyplara uly kömek bolsun diýip, regressiýalaryň ählisini EXCEL ulanmak arkaly ýerine ýetirdim. Arzan - hemişe hili pes diýmegi aňlatmaýar! İçinde göýberilen harp we san ýalňyşlyklary üçin önünden ötünç sorayaryn!

“Ekonometriki seljeriş geçirip bilmeýän ykdysadçy - operasiýa edip bilmeýän hirurg ýalydyr: ikisindenem peýda ýok!”

Y.Ýagşyýew

P.S. Ähli kitaplarym meniň öz işimdir we hiç bir ýerden ýekeje sözlemem göçürilen däl! Sözlem aňyrdaky dursun, eger - de bir mysal alnan hem bolsa hökman alnan ýeri salgylanandyr! Ähli işlerimiň çykajysyny özüm çekdim, we ähli işlerim muzdsuzdyr (mugtdyr), satlyga degişli däl! Niýetim - watandaşlaryma peýdaly bolmak! Usuly - ykdysadyýet ylmyňyň inçe syrlyryny aýan etmek arkaly!

Ylyma hormat - alyma hormatdan başlanýar!

Y.Ýagşyýew

Bu kitaby, alym bolmagy arzuw edýän Mehdi ogluma, we Názli gyzyma
bagyş edýärim! Goý, ähli zady boldurybilýän KADYR ALLAH sizi
niýetiňizden aýyrmasyň!

İÇİNDÄKİLER

1 - NJI BÖLÜM.EKONOMETRIKA NÄME.....	7
2 - NJI BÖLÜM.ORDINARY LEAST SQUARES.....	15
3 - NJI BÖLÜM.REGRESSIÝA.....	31
4 - NJI BÖLÜM.REGRESSIÝA 2.....	68
5 - NJI BÖLÜM.DUMMY GÖRKEZİJI.....	91
6 - NJY BÖLÜM.MULTICOLLINEARITY.....	103
7 - NJI BÖLÜM.HETEROSCEDASTICITY.....	120
8 - NJI BÖLÜM.AUTOCORRELATION.....	131
9 - NJY BÖLÜM.MODELIŇ DÜZÜLIŞI.....	151
10 - NJY BÖLÜM.PANEL DATA.....	162
11 - NJI BÖLÜM.DYNAMIC MODELS.....	168
12 - NJI BÖLÜM.(2SLSL) USULY.....	184
BONUS:2020 - nji ýylda taýýarlan ýöne çapa	
çykmanyk cryptocurrency hakyndaky işim.....	192

1 - NJI BÖLÜM. EKONOMETRIKA NÄME?

Ekonometrika, daşary ýurt ýokary okuwlarynda soňky ýyllarda berilmeginiň esasy sebäbi - amaly bolmagydyr! Ýagny **ekonometrika**, ykdysadyýet we maliýe ylymlarynda öwrenilýän mowzuklaryň ählisiniň, ýygnaýan statistiki maglumatlary matematiki usulyýetden geçirmek arkaly hakyky netije çykarmagy öwrenýär we öwredýär! Ekonometrika öwrenmek we amal etmek üçin, ykdysadyýet, maliýe we matematika ylymlarynyň bilmek hökmanydyr. Şonuň üçinem, bu okuw sapagy ykdysadyýet we maliýe hünärini okadýan ýokary okuwlarynda diňe soňky ýyl talyplara berilýär. Kärhananyň balansyny we girdeji çykdajy hasabatlaryny ulanmak arkaly kärhananyň maliýe ýagdaýyny seljerişe - **maliýe seljeriş (financial analysis)** diýilýär. Jemi içerki önüm, işsizlik, inflýasiýa ýaly ykdysadyýetdäki makro we mikro görkezijileri ulanmak arkaly ykdysadyýetiň ösüşini, durnuklylygyny we degişli ýagdaýyny seljeriş etmeklige - **ykdysady seljeriş (economic analysis)** diýilýär. Statistiki maglumatlary ulanmak arkaly, belli bir görkezijiniň (garaşly görkeziji, dependent variable) üýtgemeginiň sebäbini beýleki bir görkezijilerdäki (garaşsyz görkeziji, independent variable) üýtgeşmeler arkaly seljeriş geçirilmegine - **ekonometrik seljeriş (econometric analysis)** diýilýär. Matematikanyň ykdysadyýet ylmyndaky maksady, ykdysady nazaryýetleriň şekillerini matematiki usulda görkezmekdir. Ekonometrikanyň maksady bolsa, ykdysady nazaryýetiň, statistiki maglumatlary ulanmak arkaly hakykatdan - da dogrulygyny ýa - da ýalňyslygyny subut etmekdir. Mysal üçin, ykdysadyýetiň ösmegi işsizligiň azalmagyna getirýändigini ykdysadyýetiň in köne AD - AS modeli (Keynesiň modeli, Domar model, Aggregate Demand we Aggregate Supply) aýdýar. Munyň hakykatdan - da şeýledigini subut etmek üçin ençeme ýyllaryň dowamyndaky jemi içerki önüm bilen işsizligiň arasyndaky baglanyşygy ekonometrik seljeriş arkaly tapyp barlap bolar. Ähli seljerişleriň - maliýe, ykdysady ýa - da ekonometrik - esasy maksady bolsa, öňde goýulan meselä aýanlyk getirmekdir. Kärhanalaryň maliýe seljerilişiniň maksady kärhananyň kemçiligini we artykmaç tarapyny tapmakdyr. Ykdysady seljermäniň maksady ykdysadyýetdäki bolup geçýän ýagdaýlara has içgin düşünmek we gerekli ýerinde düzedişleri girizmekdir. Ekonometrik seljerişiň hem maksady, görkezijileriň arasyndaky **takyk arabaglanyşygy (correlation)** tapyp, bu takyklygy ulanmak arkaly görkezijileriň üýtgemegini dogry **çak etmekdir (prediction)**! Ýokarda jemi içerki önüm bilen işsizligiň arasynda ters arabaglanyşygyň (negative correlation) bardygyny tapypdyk. Ekonometrik seljerişiň netijesinde, bu baglanyşygyň takyklygyny tapýarys. Mysal üçin: Ykdysadyýetiň 1% ösmegi, işsizligi 0.24% düşmegine getirýändigini! Bu takyklygy biz, gelejekde işsizligi çak etmek üçin (prediction) ulanyp bileris. Aýdaly, eger - de jemi içerki önümimiz 6%

ýokarlanmagyna garaşylýan bolsa, onda işsizligiň hem ortaça ($6 \cdot 0.24 = 1.44\%$) 1.44% düşmegine garaşylsa nädogry bolmaz! Islendik meseläniň ekonometriki seljeriş üçin gerekli ädimler:

1 - nji ädim:

Ekonometriki seljerilişi geçirilmek islenilýän meseläniň ykdysadyýet we maliýe ylmyndaky nazaryýeti (theories) gözden geçirilmeli. Mysal üçin: Ykdysady ösüşiň işsizligi düşürýändigini gipotezasy (nazaryýeti). Arkasynda hiç bir nazaryýet we pikir (logika) ýatmaýan meseleleriň ekonometriki seljerişi iň bärkisi örän gülkünç bolar. **Mysal üçin: gargalaryň gagyldamasynyň inflýasiýa täsiri!**

Talyplaryň birinden bir ykdysady meseläni soradym, şonda talyp:

- Meniň pikirimçe... diýip başlady. Dessine gaharym gelipdi, şondada dişimi gysyp talybyň samrap oturanlaryny, ýagny “pikiriňi” diňledim. Gutarandan soň bolsa men soraga başladym:
 - “Pikiriňizi” matematiki usulda subut edip biljekmi?
 - Ýok...talyp, gözlerini petredip maňa seretdi...
- Bolýar, onda, “pikiriňizi” statistiki maglumatlar bilen ýada bir ykdysady nazaryýet bilen, hiç bolmanda ylmy iş bilen jemläp biljekmi?
 - Ýok...talyp eginlerini gysyp dommarylyp durmagyny dowam etdi.
- Bolýar, onda iň bolmanda “pikiriňizi” geçiren ykdysady eksperimentleriňiz bilen subut edip biljekmi?
 - Ýok mugallym, ...talybyň peträp duran gözleri ýaşdan dolupdy.
- Ýagşy, onda iň bolmanda belkide ykdysadyýet we maliýe pudagynda iş tejribäňize daýanyandyr siziň “pikiriňiz”? Ykdysadyýet we maliýe pudagynda näçe ýyl iş tejribäňiz bar?
 - İş tejribäm ýok mugallym. Ondokuz ýaşymda men...
 - Ýagşy, onda bir zady aýdyň, siziň “pikiriňiz” nämä daýanýar? Talyp bir salym şumjaryp ýere bakyp dommarylyp durdy we:
 - Hiç zada mugallym.
- “Pikiriňi” köçäňizdäki gybatkeş heleýler bilen bölüşersiň, ylym ojagynda “pikirler” bilen iş ýöremeýär, ylym ojagynda “subutnamalar”, “ylmy işler”, “kitaplar” bilen iş ýöreyär. Sen entäk diňe beýlekileriň pikiri bilen ýaşarsyň belli bir ýaşa çenli. Geçen alymlaryň we edilen işlere hormat goýmany öwreniň, olaryň işlerini okaň. Hiç zat okaman, zähmet çekmän öz samsyk we hiç zada daýanmaýan “pikirleriň” bilen adamlaryň aklyny we ýüregini bulaşdyryp ýörme. Dowam etsen ýa – ha meniň ýalaga duşup ile güne maşgara bolarsyň, ýada özüňdenem samsyk bir neressäniň barja aklyny bozarsyň. Her bir “pikir”, özüňden öňdäkileriň aýdyp giden “pikirleriniň” üstüne gurulýandyr! Esasan hem ylym dünýäsinde, “meniň pikirim” diýip zat ýokdur, köşek.

2 - nji ädim:

Nazarýetiň matematiki modeli gözden geçirilmeli. Mysal üçin işsizlik bilen jemi içerki önümiň arasyndaky ters gatnaşyk barada AD - AS ykdysady modelde aýdylan hem bolsa, bu gatnaşyklaryň matematiki modeli orta atylan däldir. Bu ýagdaýda, ykdysadçy, Jemi İçerki Önüm (X) bilen işsizligiň (Y) arasyndaky gatnaşygy matematiki usulda, çyzykly (linear) diýip kabul edip biler, ýagny:

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X$$

Y - garaşly görkeziji (dependent variable) diýilýär.

X - garaşsyz görkeziji (independent variable) diýilýär.

β_1, β_2 - kafisentler (estimators, coefficients, parameters) diýilýär.

Garaşly we garaşsyz görkezijiniň arasyndaky gatnaşyklaryň matematiki modeline - funksiýa diýilýär. Funksiýalaryň görnüşi örän köpdür (quadratic, cubic, logarithmic, exponential, we ş.m.) we ekonometriki seljerişi geçirýän ykdysadçy bularyň in amatlysyny (efficient) saýlap alyp ulanmalydyr.

3 - nji ädim:

Matematiki model tapylandan (saýlanandan soňra), statistiki maglumatyň ýygnaýmagyna gelýär. Gysgaça aýdanyňyzda, anyklyk getirilmek isleýän meseläni ekonometriki seljerişden geçirmek üçin belli bir wagtyň dowamynda ýygnaýan statistiki maglumat gerekli bolýar. Makro - ykdysady seljerişleri geçirmek üçin (işsizlik, ykdysady ösüş, inflýasiýa we ş.m.) in azyndan 20 - 30 ýyllyk statistiki maglumat gerekli bolar, sebäbi makro - ykdysady statistiki maglumat çärýeklik, ýarym ýyllyk we ýyllyk döwürler üçin jemleneni üçin, 20 ýylda 80 çärýek, 40 ýarym ýyllyk we 20 ýyllyk maglumat bolýar. Maglumat näçe köp wagtyň dowamynda ýygnaýan bolsa, ekonometriki seljeriş şonçada takyk bolar. Bu şuna meňzeýär: mysal üçin 2 goňşyňyz bolsun, biri 40 ýyl bari siziň ýanyňyzda ýaşasyn, beýlekisi bolsa täzelikde göçüp gelen bolsun. Haýys goňşyňyzy has gowy tanarsyňyz? 40 ýylyň dowamynda goňşyňyz barada ähli maglumaty bilersiňiz we has gowy tanarsyňyz. Ekonometriki seljerişler hem edil şunuň ýalydyr, belli bir statistiki maglumaty ençeme ýyllaryň dowamynda ýygnaýp öwrenip gelen bolsaňyz bu görkeziji barada köp bilersiňiz. Mikro - ykdysady maglumatlar (kärhananyň peýdasy, zähmet haklar, çykdaýlar, we ş.m.) hepdelik, aýlyk ýygnaýandygy üçin, (ýygý - ýygýdan ýygnaýar) bary ýogy 10 ýyllyk maglumaty ulanmak arkaly hem ekonometriki seljeriş geçirip bolar. Mysal üçin lukmanlaryň

aýlygy baradaky ýyganan 10 ýyllyk maglumatda 120 statistiki maglumat bolar (aýlyk ýyganan maglumat) bu bolsa seljeriş üçin ýeterlikdir. Maglumatlaryň takyklygy, dogrulygy we ýyglygy, ekonometriki seljerişiň netijesine örän düýpli täsir edýändir! Amerikanyň Birleşen Ştatlarynyň pul emissiýasy baradaky maglumatlaryň 1860 - njy ýyllardan bäri bardygyny, Angliýanyň bolsa önümçilik baradaky maglumatlarynyň baryp 1700 - njy ýyllardan bäri ýygnaýp gälýändigini göz - önüne tutup görseňiz, Gollandiýa we Fransiýa ýaly döwletleriň hem baryp käbir ykdysady we syýasy statistiki maglumatlarynyň 1800- njy ýyllardan bäri ýygnaýandygyny bilseňiz, bu döwletleriň ykdysadyýetleriniň näme üçin ösändigini düşündirmek gerekli bolmasa gerek. Statistiki maglumatlar, ykdysadçylar we alymlar üçin garaňky gijede ýakylan çyra ýalydyr! Statistiki maglumatlar bolmazdan, seljeriş etmezden edilen ädimler, edilýän reformalar, we her bir ykdysady we syýasy edilen hereket, garaňy tokaýa ädim ätmek ýalydyr! Ýada garaňky ummana özüňi gaýadan aşyklygyna oklamak ýalydyr! Statistiki maglumatlar bize, edilen ädimleriň bähbitliliginiň görkezijisi hökmünde uly kömek edýär. Mysal üçin, diýeli berilýän bilimiň hilini ýokarlandyrmak üçin mugallymlaryň aýlyklaryny ýokarlandyrmagy amala aşyrylan bolsun. Ýöne, eger - de bilimiň hilini görkezýän görkezijiler barada statistiki maglumatlar bu reformadan öň we soň ygnaýmadyk bolsa, onda, aýlyklaryň ýokarlanmagynyň hakykatdanda bilimiň hiliniň ýokarlanmagyna täsirini nireden biljek? Belki, bilimiň hilini ýokarlandyrmak üçin beýleki faktorlar bilen işleşmek has oňaly netijeler bererdi? Takyk statistiki maglumatlar bolmazdan, bulary ekonometriki seljerişden geçirmezden edilen her bir hereket edil gije garaňkyda ok atmak ýalydyr - nyşana degdimi ýa - da degmedimi nireden biljek? Mysal üçin diýeli diabet keseline garşy 3 dürli sanjymy daşary ýurtdan alynýan bolsun (import edilsin), we bularyň bahalaram dürli - dürli bolsun. Saglyk edaralary tarapynda bu sanjymly hassalara edilenden soňra, bularyň saglyk ýagdaýlarynyň statistiki maglumatlary eger ýöredilmedik bolsa, bu sanjymly haýsysynyň diabet bilen göreşmekde has oňalydygyny, haýsysynyň bolsa oňaysyzdygyny nireden biljek? Eger - de diabet hassalarynyň saglyk statistiki ýagdaýlarynyň in bolmanda 5 - 7 ýyl ýöredilen bolsady, bu sanjymly haýsysynyň ýerli hassalara has oňaly täsir edýändigini bilip bolardy, bu bolsa oňaysyz sanjymly import etmegiň ýerine, oňaly sanjymlynyň importunyň artmagyna sebäp bolup, ençeme hassalaryň saglygynyň dikelmegini aňladardy. Döwlet býujetiniň hem has bähbitli sarp edilemagine getirerdi. Häzirki döwürde, statistiki maglumat bolmazdan, hiç bir pudagyň seljerlişi mümkin dälir we onuň statistiki maglumatlar bolmazdan ösüşini göz önüne getirip bolmaýar. Takyk statistiki maglumatlary bolmaýan pudak, seljerişsiz we ölçegsiz ýöreyän pudak, çölde azaşan adama meňzär. Öňüni yzyny tapman heläk bolar! Statistiki maglumatlaryň takyklygy örän möhümlidir - sebäbi çalak - çulak ygnaýan, ýalňys maglumatyň esasynda edilen seljerişiň

netijesi ýalňysdyr we hiç hili peýdasy ýokdur! **Çüýrän käşir, porsan et, we köne tüwüden bişirilen palawyň süýji bolma ähtimallygy näçedir?**

4 - nji ädim:

Ykdysady nazaryet esasynda ele alnan meseläniň matematiki modeli belli bolandan soňra, we ekonometriki seljeriş üçin gerekli bolan statistiki maglumat ýygnaýlandan soňra, indiki ädim, ekonometriki modeli düzmek we garaşsyz görkezijileriň kafisentlerini tapmak bolýar. Görkezijileriň degişli we iň dogry kafisentlerini ekonometrikada **regressiýa** arkaly tapylýar. Regressiýa seljerişi, garaşly görkezijini garaşsyz görkezijilere baglylygyny olaryň ortaça belgilerini hasaplamak arkaly tapylýan usula diýilýär. Ýokarda geçen jemi içerki önüm bilen işsizligiň ekonometriki modelini düzeliň:

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X + u$$

Ýokarda görşüňiz ýaly (Y - işsizlik, X - jemi içerki önüm), ekonometriki model bilen matematiki modeliň arasyndaky tapawut, “u” näbellisiniň döremegi boldy. Bu näbelliniň ekonometrikadaky ady - **ýalňyslyk tapawudy (error term, disturbance, residual)** diýilýär (gysgaça **ýalňyslyk**). Bu näbelli, ekonometriki modelimize girmedik, ýöne işsizlige täsir edýän beýleki görkezijileri aňladýar (mysal üçin inflyasiýa, aýlyklar, monopoliýa we oligopoliýa derejesi, ýa - da beýleki ykdysady we maliýe görkezijiler). Ýagny, “ýalňyslyk” - sözüň göni manysynda Jemi içerki önümi hasaplamada ýa - da işsizlik statistiki maglumatdaky goýberilen ýalňyslyk, ýa - da matematiki hasplamadaky bir ýalňyslygy aňlatmaýar! Bu ýerdäki “ýalňyslyk” - ekonometriki modele girmedik we işsizlige täsir edýän beýleki faktorlary aňladýar. **Mysal üçin palaw bişirmek üçin gerekli azyklar bardyr: et, ýag, sogan, tüwi, käşir we ş.m.** Eger - de bu azyklaryň birini aýyrsa, onda bu palaw “doly” palaw bolmazda, “ýalňys” palaw bolar. Diýeli käşiri bolmasyn palawyň, bu palawy “doly” palaw hasap edilmegi kynrak bolar! “Doly” we “dogry” palaw bolmagy üçin, ähli gerekli bolan azyklaryň nahara atylmagy gerekli, islendik biriniň bolmazlygy palawymyzy “ýalňys” palaw eder! Islendik bir görkezijä täsir edýän zat köpdür, mysal üçin işsizlige täsir edýän zatlar jemi içerki önümden başlap, inflyasiýa derejesi, maýa goýum derejesi, söwda, aýlyk derejesi, ykdysadyýetdäki bäsleşigiň derejesi bularyň käbirleridir. Iň dogry ekonometriki modeli düzmek üçin bu görkezijileriň ählisi ekonometrik modelimizde bolmalydyr. Ýöne gynansakda, bu ähli gerekli maglumatlary tapmak, tapylan ýagdaýynda - da, biziň döwrümize degişli bolanyny tapmak gaty kyn.

Şonuň üçinem, ekonometriki modellerde, degişli görkezijiler girizilmändigini üçin bu “ýalňyşlyk näbellisi” , “*u*” hökman görkezilýär.

5 - nji ädim:

Regressiýa netijesinde ekonometriki modelimizi düzenimizden soňra we garaşsyz görkezijileriň kafisenti tapylandan soňra, (mysal üçin ekonometrik modelimiz $Y = 9.2 - 0.24X$ deň bolsun, onda garaşsyz görkezijiniň kafisenti 0.24 deň bolar!) indiki ädim bu ekonometriki modeli dürli - dürli **synaglardan** (testing) geçirmekdir! Bu synaglaryň iň esasylyry:

1. Skewness
2. Kurtosis
3. Jarque - Bera normality test
4. T - test, test of significance
5. F - test of joint significance
6. Multicollinearity
7. Heteroscedasticity
8. Auto - correlation
9. Model specification (diagnostics)

Synaglaryň netijesinde, ekonometrik modelimiziň kemçiliklerini orta çykarmakdyr. Hiç bir ekonometriki model mizemez däl, sebäbi ykdysadyýetiň özi hiç haçan örän durnukly bolmaýar we dowamly oňaýly we oňaysyz täsirler sebäpli üýtgäp durýar. Bu bolsa biziň ekonometriki modelimize örän uly täsir edýär. By synaglaryň netijesine ekonometriki modelimiziň kemçilikleri ýüze çykarylýar we käbir düzedişler girizilip (**transformation**), ekonometriki modelimizi has ulanyşly we “dogry” bolmagyna getirilýär.

6 - nji ädim:

Ekonometriki modelimizi synaglardan geçirip kemçilikleri tapylandan soňra we gerekli düzedişleri girizilenden soňra, ekonometriki modelimizi **çaklama** (**prediction, forecasting**) üçin ulanyp bolar. Mysal üçin *işsizlik bilen jemi içerki önüm* baglanyşkly tapan ekonometrik modelimiz:

$$Y = 9.2 - 0.24X$$

Eger bu ähli synaglardan geçen bolsa, diýmek degişli ýagdaýda muny gelejekde işsizligi **çaklama** üçin ulanyp bolar. Diýeli eger - de Jemi İçerki önüm indiki

ýyl 5% ösmegine garaşylýan bolsa diýmek indiki ýyl *işsizlik* derejesi 8% töweregi bolmagyna garaşylsa bolar, ýagny:

$$Y = 9.2 - 0.24X$$

$$Y = 9.2 - 0.24 * 5$$

$$Y = 8\%$$

Ykdysadyýet we maliýe ylmy näçe jemgyýetçilik ylmyna dahylly edilýänem bolsa, ahyrsoňy ýene - de takyk ylymlaryň hataryna girýändir. Ekonometrikanyň döremegi munyň açyk subutnamasydyr. Ykdysadçylaryň döreden ekonometriki modelleri, ykdysadyýete aň ýetirmäge, onuň işleýşine has hem içgin düşünmäge getirip, syýasatçylar üçin örän uly kömek bolup durýar. Sebäbi indi ykdysady we maliýe ädimler ädilende, iň bolmanda azda - kände belli bir hasaplamalaryň esasynda ädilyär. Bu bolsa, garaňky gijede ok atmak ýaly bolmaýar!

Ekonometrikanyň döremeginiň asyl maksady, ykdysady we maliýe görkezijilere has gowy düşünmek, ykdysadyýeti has çuňňur öwrenmek, we amal etmekdir. Alynýan ykdysady we maliýe kararlaryň işleýşini gözegçilikde saklamak, bähbidini ölçemek, gerekli ýerinde düzedişler girizmek: bularyň ählisi, ösen döwletlerde (USA, Ýaponiýa, Germaniýa, Angliýa, Şweýsariýa we beýlekiler) ekonometriki seljerişleriň netijesinde amala aşyrylýar. Ikinji Jahan urşundan soň has hem möwç alan ekonometriki seljerişler, 1990 - njy ýyllarda tehnologiýanyň ägirt uly öňe gidişlikleri we matematiki seljerişniň aňsatlaşmagy netijesinde has hem güýçlendi. Her ýyl, ekonometriki seljerişleri ulanyp münlerçe ykdysadyýet we maliýe mowzukly ylmy işler ýazylýar. Soňky döwürlerde **emeli aň (artificial intelligence)**, **maglumatlar ylmy (data science)** we beýleki has hem ösen aragatnaşyk tehnologiýasyny ulanýan ylymlaryň ösmegi we kömegi netijesinde, gelejekde adamzadyň entäk doly düşünmeýän we entäk doly akyl ýetirip ýetişmedik ylymlarynda uly sepgitlere ýetiljegi ikuçsyzdyr. Ýatdan çykarmaň, entäk ummanlaryň bary ýogy 20% - i öwrenildi, astronomiýa ylmynda entäk adamzat ýaňy “ýörjen - ýörjen” tapgyrda, matematikada bolsa entäk açyşlaryň ýaňy “başynda”, fizika we himiýa ylmynda bolsa gündelik edilýän açyşlar we döredilýän materiýallardan hem entäk ýoluň başyndalygymyzy görse bolýar, lukmançylyk ylmynda entäk öwrenilmeli ençeme keseller, we döredilmeli ençeme dermanlar bar, gysgaçasy, adamzat taryhy ençemem münýylllygy geçýänem bolsa, ylym dünýäsinde esasy açyşlar entäk önümizde. Muňa ykdysadyýet ylmy hem dahylly!

2 - NJI BÖLÜM. OLS (Ordinary Least Squares)

Ekonometriki seljerişiniň iň belli we iň ýörgünli usuly, OLS (Ordinary Least Squares = Ýalňyşlygyň Kwadratly) usulydyr. Bu usulyň iň ýörgünli bolmagynyň esasy sebäbi onuň sadalygydyr! Bu usula has gowy düşünmek üçin mysal bilen başlalyň. Diýeli, 1000 towukdan ybarat fermamyz bolsun we günde bazara ortaça 1,000 ýumurtga üpjün etmek barada telekeçiniň önünde maksat goýulan bolsun. Aşakda (Şekil - 1), telekeçiniň 30 gününň dowamynda her günki üpjün eden ýumurtgalary berilen:

B	C	D	E
	Bazar üpjün edilen ýumurtgalaryň hasabaty		
ŞEKIL - 1	Günler	Üpjün edilen ýumurtga	Ýalňyşlyk
	1	988	-12
	2	1012	12
	3	1008	8
	4	1026	26
	5	1007	7
	6	981	-19
	7	990	-10
	8	1012	12
	9	1022	22
	10	1009	9
	11	997	-3
	12	991	-9
	13	974	-26
	14	1030	30
	15	1010	10
	16	1004	4
	17	992	-8
	18	968	-32
	19	1003	3
	20	1007	7
	21	1003	3
	22	993	-7
	23	990	-10
	24	1007	7
	25	1002	2
	26	990	-10
	27	997	-3
	28	991	-9
	29	992	-8
	30	1004	4
	JEMI	30000	0

Ýokarda (Şekil - 1) görünişi ýaly, birinji sütünde günler, ikinji sütünde şol gün bazara üpjün edilen ýumurtga, üçünji sütünde bolsa maksada goýulan ýumurtga bilen şol günki üpjün edilgen ýumurtganyň tapawudy görkezilen. Mysal üçin 7 - nji günde bazara 990 ýumurtga üpjün edilipdir we bu maksada goýulan “günde 1,000” ýumurtgadan 10 ýumurtga az (ýalňyşlyk), şonuň üçinem (-) bilen üçünji sütünde görkezilen. 8- nji günde bolsa 1012 ýumurtga üpjün edilen we bu maksada goýulandan 12 ýumurtga artyk, şonuň üçinem (+) bilen üçünji sütünde görkezilen. Ikinji sütüniň iň aşagynda 30 günde jemi bazara üpjün edilen

ýumurtga görkezilen (30,000), üçünji sütüniň ahyrynda bolsa jemi göýberilen ýalňyslyklaryň sany (0). Eger - de 30 günde jemi 30,000 ýumurtga bilen üpjün edilen bolsa, we jemi 30 günde bazara ne artyk, ne - de kem ýumurtga üpjün edilmedik bolsa, diýmek hiç hili ýalňyslyk goýberilmedidä? Ýok, bu beýle däl. Hat - da eger gündelik üpjün edilen ýumurtga sanyna üns berseňiz, 30 günün içinde birje günem 1,000 ýumurtga üpjün edilmedi we her gün ýalňyslyk goýberildi. Onda, eger - de ortaça ýalňyslygy tapmak üçin jemi ýalňyslygy gün sanyna bölmeli bolsa, ortaça ýalňyslyk hem 0 (nola) deň bolardy, ýagny:

$$\text{Ortaça ýalňyslyk} = \frac{\text{Jemi ýalňyslyk}}{30} = \frac{0}{30} = 0$$

Ortaça ýalňyslygyň nola (0) deň bolmagynyň sebäbi, gündelik ýalňyslyklaryň oňaly (+) we oňaysyz (-) bellikleridir! Diýmek, gündelik ýalňyslyk hem göýberilmedidä? Ýagny, günde bazara 1,000 ýumurtga üpjün edildimi? Ýok, bu beýle däl. Alsynda, ýekeje günem bazara 1,000 ýumurtga üpjün edilmedi. Munyň çykalgasy, aşakda (Şekil - 2) görkezilen:

B	C	D	E	F
	Bazar üpjün edilen ýumurtgalaryň hasabaty			
ŞEKIL - 2	Günler	Üpjün edilen ýumurtga	Ýalňyslyk	Ýalňyslygyň kwadraty
	1	988	-12	144
	2	1012	12	144
	3	1008	8	64
	4	1026	26	676
	5	1007	7	49
	6	981	-19	361
	7	990	-10	100
	8	1012	12	144
	9	1022	22	484
	10	1009	9	81
	11	997	-3	9
	12	991	-9	81
	13	974	-26	676
	14	1030	30	900
	15	1010	10	100
	16	1004	4	16
	17	992	-8	64
	18	968	-32	1024
	19	1003	3	9
	20	1007	7	49
	21	1003	3	9
	22	993	-7	49
	23	990	-10	100
	24	1007	7	49
	25	1002	2	4
	26	990	-10	100
	27	997	-3	9
	28	991	-9	81
	29	992	-8	64
	30	1004	4	16
	JEMI	30000	0	5656

Ýokarda (Şekil - 2) görülişi ýaly, 4 - nji sütünde ýalňyslyklaryň kwadrady dörediledi we sütüniň ahyrynda ýalňyslyklaryň kwadradyň jemi alyndy (5656).

Indiki ädim, şol ýalňyslyklaryň kwadradyň jemi, jemi gün sanyna bölmek bolar, ýagny:

$$\frac{5656}{30} = 188.53$$

Çykan sanyň hem köküni almaly, ýagny:

$$\sqrt{188.53} = 13.7$$

Ortaça ýalňyslyk 13 ýumurtga! Ýagny, günde maksada goýulandan ýa 13 ýumurtga artyk, ýa - da kem bazara üpjün edilipdir!

Indi bolsa ikinji aýdaky ýagdaýa seredeliň, sanlar aşakda (Şekil - 3) berilen:

B	C	D	E	F
	Bazar üpjün edilen ýumurtgalaryň hasabaty			
ŞEKIL - 3	Günler	Üpjün edilen ýumurtga	Ýalňyslyk	Ýalňyslygyň kwadraty
	1	997	-3	9
	2	997	-3	9
	3	997	-3	9
	4	997	-3	9
	5	997	-3	9
	6	997	-3	9
	7	997	-3	9
	8	997	-3	9
	9	997	-3	9
	10	997	-3	9
	11	997	-3	9
	12	997	-3	9
	13	997	-3	9
	14	997	-3	9
	15	997	-3	9
	16	1003	3	9
	17	1003	3	9
	18	1003	3	9
	19	1003	3	9
	20	1003	3	9
	21	1003	3	9
	22	1003	3	9
	23	1003	3	9
	24	1003	3	9
	25	1003	3	9
	26	1003	3	9
	27	1003	3	9
	28	1003	3	9
	29	1003	3	9
	30	1003	3	9
	JEMI	30000	0	270

Ýokarda (Şekil - 3) görünişi ýaly, indiki aýyň birinji 15 gününde 997 ýumurtgadan (-3 ýalňyslyk, 3 ýumurtga kem), galan 15 gününü bolsa 1003 ýumurtgadan (+3 ýalňyslyk, 3 ýumurtga artyk) üpjün edilipdir. Jemi 30 günde üpjün edilen ýumurtga sany 30,000 deň, jemi ýalňyslygam 0 (nola) deň. 4 - nji sütünde ýalňyslyklaryň kwadradyň jemi görkezilen (270). Ortaça ýalňyslygy

tapmak üçin ýalňyslyklaryň kwadradynyň jemini gün sanyna bölýäris we çykan sanyň kökünü alýarys, ýagny:

$$\text{Ortaça ýalňyslyk} = \sqrt{\frac{270}{30}} = 3$$

Ortaça ýalňyslyk 3 ýumurtga! Ýagny, günde maksada goýulandan ýa 3 ýumurtga artyk, ýa - da kem bazara üpjün edilipdir!

Ynha bu iki aýyň dowamynda, haýsy aýda goýulan maksada iň ýakyn ýumurtga üpjün edildi? Ikinji aýda! Aslynda, hiç bir aýda maksat edilen “günde 1,000 ýumurtga” bilen bazar üpjün edilmedi, ýöne ikinji aýda azrak ýalňyslyk boldy, we goýulan maksada iň ýakyn gelindi. **Ekonometriki seljerişiň OLS usuly, ynha bu logikany ulanýar, ýagny: ekonometriki modelleriň iň az ýalňys edeni, iň dogrusyna ýakynydyr!**

Aşakda¹ Hindisatanyň oba ýerlerinde ýerleşýän 55 hojalygyň gündelik jemi çykdaýsý bilen azyk çykdaýý sanlary berilen:

TABLE 2.8 Food and Total Expenditure (Rupees)

Observation	Food Expenditure	Total Expenditure	Observation	Food Expenditure	Total Expenditure
1	217.0000	382.0000	29	390.0000	655.0000
2	196.0000	388.0000	30	385.0000	662.0000
3	303.0000	391.0000	31	470.0000	663.0000
4	270.0000	415.0000	32	322.0000	677.0000
5	325.0000	456.0000	33	540.0000	680.0000
6	260.0000	460.0000	34	433.0000	690.0000
7	300.0000	472.0000	35	295.0000	695.0000
8	325.0000	478.0000	36	340.0000	695.0000
9	336.0000	494.0000	37	500.0000	695.0000
10	345.0000	516.0000	38	450.0000	720.0000
11	325.0000	525.0000	39	415.0000	721.0000
12	362.0000	554.0000	40	540.0000	730.0000
13	315.0000	575.0000	41	360.0000	731.0000
14	355.0000	579.0000	42	450.0000	733.0000
15	325.0000	585.0000	43	395.0000	745.0000
16	370.0000	586.0000	44	430.0000	751.0000
17	390.0000	590.0000	45	332.0000	752.0000
18	420.0000	608.0000	46	397.0000	752.0000
19	410.0000	610.0000	47	446.0000	769.0000
20	383.0000	616.0000	48	480.0000	773.0000
21	315.0000	618.0000	49	352.0000	773.0000
22	267.0000	623.0000	50	410.0000	775.0000
23	420.0000	627.0000	51	380.0000	785.0000
24	300.0000	630.0000	52	610.0000	788.0000
25	410.0000	635.0000	53	530.0000	790.0000
26	220.0000	640.0000	54	360.0000	795.0000
27	403.0000	648.0000	55	305.0000	801.0000
28	350.0000	650.0000			

Source: Chandan Mukherjee, Howard White, and Marc Wuyts, *Econometrics and Data Analysis for Developing Countries*, Routledge, New York, 1998, p. 457.

¹ “Basic Econometrics”, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 52

Ykdysadçy Hindistanyň oba ýerlerindäki ýaşaýjylarynyň gündelik çykdaýlary (X) bilen azyk çykdaýlarynyň (Y) arasyndaky gatnaşyklara takyklyk getirmek isleýär. Jemi çykdaý bilen azyk çykdaýlarynyň arasyndaky gatnaşygy matematiki usulda şeýle diýip görkezýär:

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X$$

Azyk çykdaýlarynyň, diňe şol günki jemi çykdaýlaryň dälde, eýsem beýleki çykdaýlara - da baglydygy üçin (mysal üçin azyk bahalarynyň düşmegi/ýokarlanmagy), ekonometrik modelini şeýle görkezýär:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$$

Bu ekonometrik modeldäki “ u ”, modele girmedik azyk çykdaýlaryna täsir edýän beýleki faktorlary aňladýar. Ekonometrik modelimize her bir görkezijini aşagyna we ýalňyslygymyzyň aşagyna goşulan “ i ” belgisi bolsa, her bir bagly görkezijiniň öz garaşsyz görkezijisiniň bardygyny we soňa laýyk hem ýalňyslygynyň bardygyny aňladýar. Ýagny, her bir statistiki maglumatyň öz ýeriniň (ýylynyň) bardygyny aňladýar. Jemi çykdaýlar we azyk çykdaýlarynyň baglanyşygyny/gatnaşygyny takykylaşdyrmak üçin kafisentleri (β_1, β_2) tapmaly. Ýöne, şeýle bir kafisentler tapylmaly welin, meniň “ u ” (ýalňyslygym) iň az/kiçi bolmaly. Bu nähili mümkin bolar? Matematikada, islendik funksiýanyň iň kiçi/iň uly nokadyny tapmak üçin, onuň önümini alyp nola deňemeli we deňlemäni çözmeli! Muňa matematikada **First Order Condition**² diýilýär! Ekonometriki modelimizi şeýle ýazalyň:

$$Y_i - \beta_1 - \beta_2 X_i = u_i$$

Oňaýsyz (-) ýalňyslyklaryň, oňaýly ýalňyslyklary aýyrýandygyny ýatdan çykarmalyň, munyň üçin ýalňyslyklaryň kwadratyny almak gerekli, ýagny:

$$(Y_i - \beta_1 - \beta_2 X_i)^2 = u_i^2$$

Ähli ýalňyslyklaryň jemini tapmak üçin:

$$\sum (Y_i - \beta_1 - \beta_2 X_i)^2 = \sum u_i^2$$

² For finding maxima or minima (critical) points of any function $f(x)$, $f'(x) = 0$, First Order Condition. In order to find out if any function has minima or maxima, we use Second Order Condition, thus, function has minima if $f''(x) > 0$, and function has maxima if $f''(x) < 0$

Bize iň kiçi ýalňyslygy bolan model gerekli
($\min \sum u_i^2$) şonuň üçinem First Order Condition ulanýarys, ýagny:

$$(Y_i - \beta_1 - \beta_2 X_i) = Z$$

$$\frac{\partial \sum Z^2}{\partial \beta_1} = 0 = 2Z(-1)$$

$$\frac{\partial \sum Z^2}{\partial \beta_2} = 0 = 2Z(-X_i)$$

Deňlemeleri çözmegiň netijesinde kăfisentleri tapyp bolýar, ýagny:

$$\hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X}$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

Ýokardaky deňlemede $(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2)$ iň dogry parameterler/kafisentler (fitted estimators) diýmegi aňladýar! Ýagny, matematiki usul bilen tapylan kafisentler diýemkdir. $(\bar{X}, \bar{Y})$ görkezijileriň ortaça belgisini aňladýar. OLS usuly bilen, ýagny ýalňyslyklaryň kwadradyň jemini tapyp, munyň hem minima nokadyny tapmak üçin kafisentlere önümini almak arkaly iň dogry kafisentleri tapylan ekonometriki model, biziň seljerişlerimiz üçin iň amatly we hakykata/dogra iň ýakyn ekonometriki modeldir! Aşakda (Şekil - 4) Hindistanyň obalarynda ýaşayan ýerli halkyň jemi çykdajy bilen azyk çykdajylarynyň (statistiki maglumaty ýokarda berilen) ekonometriki modelini tapmak üçin degişli hasaplamalar görkezilen:

Şekil - 4

B	C	D	E	F	G	H	I	J
Observations	Food expenditure (Y)	Total expenditure (X)	Ortaça Y	Ortaça X	Y - ortaça Y	X - ortaça X	(X - ortaça X)kwadrady	(Y - ortaça Y)*(X - ortaça X)
1	217	382	373.3454545	639.0363636	-156.3454545	-257.0363636	66067.69223	40186.46711
2	196	388			-177.3454545	-251.0363636	63019.25587	44520.15802
3	303	391			-70.34545455	-248.0363636	61522.03769	17448.23074
4	270	415			-103.3454545	-224.0363636	50192.29223	23153.13983
5	325	456			-48.34545455	-183.0363636	33502.31041	8848.976198
6	260	460			-113.3454545	-179.0363636	32054.0195	20292.95802
7	300	472			-73.34545455	-167.0363636	27901.14678	12251.35802
8	325	478			-48.34545455	-161.0363636	25932.71041	7785.376198
9	336	494			-37.34545455	-145.0363636	21035.54678	5416.448926
10	345	516			-28.34545455	-123.0363636	15137.94678	3487.521653
11	325	525			-48.34545455	-114.0363636	13004.29223	5513.139835
12	362	554			-11.34545455	-85.03636364	7231.18314	964.7761983
13	315	575			-58.34545455	-64.03636364	4100.655868	3736.230744
14	355	579			-18.34545455	-60.03636364	3604.364959	1101.39438
15	325	585			-48.34545455	-54.03636364	2919.928595	2612.412562
16	370	586			-3.345454545	-53.03636364	2812.855868	177.4307438
17	390	590			16.65454545	-49.03636364	2404.564959	-816.6783471

Aşakda (Şekil - 5) statistiki hasaplamalaryň soňlary berilen: 1 - nji sütünde (B) alnan maglumatlaryň sanawy berilen. 2 - nji sütünde (C) her bir hojalygyň gündelik azyk çykdajylary görkezilen. 3 - nji sütünde (D) her bir hojalygyň gündelik jemi çykdajysy berilen.

Şekil - 5

=SUM(J2:J56)									
B	C	D	E	F	G	H	I	J	
42	450	733			76.65454545	93.96363636	8829.164959	7202.739835	
43	395	745			21.65454545	105.9636364	11228.29223	2294.59438	
44	430	751			56.65454545	111.9636364	12535.85587	6343.248926	
45	332	752			-41.34545455	112.9636364	12760.78314	-4670.532893	
46	397	752			23.65454545	112.9636364	12760.78314	2672.103471	
47	446	769			72.65454545	129.9636364	16890.54678	9442.448926	
48	480	773			106.6545455	133.9636364	17946.25587	14287.83074	
49	352	773			-21.34545455	133.9636364	17946.25587	-2859.514711	
50	410	775			36.65454545	135.9636364	18486.11041	4983.685289	
51	380	785			6.654545455	145.9636364	21305.38314	971.3216529	
52	610	788			236.6545455	148.9636364	22190.16496	35252.92165	
53	530	790			156.6545455	150.9636364	22790.0195	23649.13983	
54	360	795			-13.34545455	155.9636364	24324.65587	-2081.40562	
55	305	801			-68.34545455	161.9636364	26232.2195	-11069.47835	
Observations	Food expenditure (Y)	Total expenditure (X)	Ortaça Y	Ortaça X	Y - ortaça Y	X - ortaça X	(X - ortaça X)kwadrady	(Y - ortaça Y)*(X - ortaça X)	
						Jemleri	728623.9273	318269.3091	

4 - nji (E) we 5 - nji (F) sütünlerde (Şekil - 4) gündelik ortaça azyk çykdajysy we jemi çykdajysy berilen, bularyň tapylyşy:

$$\text{Ortaça azyk çykdajy} = \frac{\text{Jemi azyk çykdajy}}{55} = 373.34$$

$$\text{Ortaça jemi çykdajy} = \frac{\text{Jemi çykdajy}}{55} = 639$$

6 - nji sütünde (G) her bir hojalygyň gündelik azyk çykdajysy bilen ortaça azyk çykdajyň tapawudy görkezilen. 7 - nji sütünde (H) her bir hojalygyň gündelik çykdajysy bilen ortaça çykdajynyň tapawudy görkezilen. 8 - nji sütünde (I) her bir hojalygyň azyk çykdajysy bilen ortaça azyk çykdajynyň tapawudynyň kwadrady görkezilen. 9 - nji sütünde (J) her bir hojalygyň gündelik azyk çykdajy bilen ortaça azyk çykdajynyň tapawudynyň we her bir hojalygyň gündelik çykdajysy bilen ortaça jemi çykdajynyň tapawudynyň köpeltmek hasyly görkezilen. Aşakda (Şekil - 5) 8 - nji we 9 - nji sütünleriň jemleri görkezilen. OLS usuly boýunça iň dogry kafisentleri tapmak üçin, ýekeje garaşsyz görkezijisi bolan ekonometrik modeller üçin ýokarde geçen formulamyzy ulanalyň, ýagny:

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) = 318269.3$$

$$\sum (X_i - \bar{X})^2 = 728623.9$$

Onda:

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} = \frac{318269.3}{728623.9} = 0.436$$

Dowam edýäris:

$$\hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X}$$

$$\bar{Y} = 373.34; \bar{X} = 639; \hat{\beta}_2 = 0.436$$

$$\hat{\beta}_1 = 373.34 - (0.436)(639) = 94.2$$

Onda, biziň ekonometriki modelimizi şeýle bolýar:

$$\hat{Y}_i = 94.2 + 0.436\hat{X}_i$$

Tapylan $\hat{\beta}_1 = 94.2$ we $\hat{\beta}_2 = 0.436$ iň dogry parameterler/kafisentler diýilýär, sebäbi şol kafisentler netijesinde ekonometriki modelimiziň ýalňyslygynyň kwadrady (**RSS - residual sum of squares**) iň kiçi bolýar. Ýokarda - da belläp geçişimiz ýaly, hakyky ekonometriki model ýokdur! Ýagny, hiç bir ýalňyslygy bolmaýan ekonometriki model ýok, ähli ekonometrik modeller ýalňysly, şonuň üçinem, biz, ýalňyslygy, has dogrusy ýalňyslyklarynyň kwadrady iň kiçi bolan modeli saýlap alýarys. OLS usuly biz şol ýalňyslyklaryň kwadratyny (RSS) iň kiçi etjek kafisentleri tapýarys. Eýsem - de ýalňyslyk näme? What is residual? Ýalňyslyk, bu biziň çaklamamyz bilen, hakyky statistiki maglumatyň tapawudydyr! Ýagny:

$$Y_i - \hat{Y}_i = u_i$$

Mysal üçin (Şekil - 5) 1 - nji süýündäki 50 sanawdaky $Y = 410$ we $X = 775$ deň, onda, ilki bilen ekonometriki modelimizi ulanyp biziň çaklamamyz $\hat{Y}$ (**fitted**) tapalyň, ýagny:

$$\hat{Y}_i = 94.2 + 0.436\hat{X}_i$$

$$\hat{Y}_{50} = 94.2 + 0.436\hat{X}_{50}$$

$$\hat{Y}_{50} = 94.2 + 0.436(775) = 432.7$$

Indiki ädim, hakyky statistiki maglumat bilen çaklamamyzyň tapawudyny alyp, ýalňyslygy hasaplaýyň, ýagny:

$$Y_i - \hat{Y}_i = u_i$$

$$Y_{50} - \hat{Y}_{50} = u_{50}$$

$$410 - 432.7 = -22.7$$

Şekil - 6

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Observations	Food expenditure (Y)	Total expenditure (X)	Ortaça Y	Ortaça X	Y - ortaça Y	X - ortaça X	(X - ortaça X)kwadrady	(Y - ortaça Y)*(X - ortaça X)	Çaklama Y	Yalňyslyk (residual)	Yalňyslyklaryň kwadrady (RSS)
1	217	382	373.3454545	639.0363636	-156.3454545	-257.0363636	66067.69223	40186.46711	261.069721	-44.06972107	1942.140315
2	196	388			-177.3454545	-251.0363636	63019.25587	44520.15802	263.690574	-67.69057358	4582.013752
3	303	391			-70.3454545	-248.0363636	61522.03769	17448.23074	265.001	37.99900016	1443.924013
4	270	415			-103.3454545	-224.0363636	50192.29223	23153.13983	275.48441	-5.484409915	30.07875211
5	325	456			-48.3454545	-183.0363636	33502.31041	8848.976198	293.393569	31.60643121	998.9664939
6	260	460			-113.3454545	-179.0363636	32054.0195	20292.95802	295.140804	-35.1408038	1234.876092
7	300	472			-73.3454545	-167.0363636	27901.14678	12251.35802	300.382509	-0.382508837	0.14631301
8	325	478			-48.3454545	-161.0363636	25932.71041	7785.376198	303.003361	21.99663865	483.8521117
9	336	494			-37.3454545	-145.0363636	21035.54678	5416.448926	309.992301	26.0076986	676.4003863
10	345	516			-28.3454545	-123.0363636	15137.94678	3487.521653	319.602094	25.39790603	645.0536307
11	325	525			-48.3454545	-114.0363636	13004.29223	5513.139835	323.533373	1.466627253	2.1509955
12	362	554			-11.3454545	-85.03636364	7231.18314	964.7761983	336.200827	25.79917342	665.5973489
13	315	575			-58.3454545	-64.03636364	4100.655868	3736.230744	345.37381	-30.3738104	922.5683581
14	355	579			-18.3454545	-60.03636364	3604.364959	1101.39438	347.121045	7.87895459	62.07792544
15	325	585			-48.3454545	-54.03636364	2919.928595	2612.412562	349.741898	-24.74189793	612.1615131
16	370	586			-3.345454545	-53.03636364	2812.855868	177.4307438	350.178707	19.82129332	392.8836688
17	390	590			16.65454545	-49.03636364	2404.564959	-816.6783471	351.925942	38.07405831	1449.633916

Ýokarda (Şekil - 6) 10 - njy sütünde her bir hojalylygyň jemi çykdajysy üçin çaklama azyk çykdajysy (predicted food expenditure $\hat{Y}$) görkezilen. 11 - njy sütünde bolsa çaklamanyň ýalňyslygy görkezilen (u residual). 12 - njy sütünde bolsa ýalňyslygyň kwadrady alnan (oňaysyz we oňaýly ýalňyslyklaryň täsirini aýyrmak üçin).

Şekil - 7

43	42	450	733			76.65454545	93.96363636	8829.164959	7202.739835	414.389593	35.61040663	1268.10106
44	43	395	745			21.65454545	105.9636364	11228.29223	2294.59438	419.631298	-24.63129841	606.7008614
45	44	430	751			56.65454545	111.9636364	12535.85587	6343.248926	422.252151	7.747849071	60.02916523
46	45	332	752			-41.34545455	112.9636364	12760.78314	-4670.532893	422.68896	-90.68895968	8224.487408
47	46	397	752			23.65454545	112.9636364	12760.78314	2672.103471	422.68896	-25.68895968	659.9226495
48	47	446	769			72.65454545	129.9636364	16890.54678	9442.448926	430.114708	15.88529152	252.3424866
49	48	480	773			106.6545455	133.9636364	17946.25587	14287.83074	431.861943	48.1380565	2317.272484
50	49	352	773			-21.34545455	133.9636364	17946.25587	-2859.514711	431.861943	-79.8619435	6377.930019
51	50	410	775			36.65454545	135.9636364	18486.11041	4983.685289	432.735561	-22.735561	516.905734
52	51	380	785			6.654545455	145.9636364	21305.38314	971.3216529	437.103649	-57.10364853	3260.826676
53	52	610	788			236.6545455	148.9636364	22190.16496	35252.92165	438.414075	171.5859252	29441.72973
54	53	530	790			156.6545455	150.9636364	22790.0195	23649.13983	439.287692	90.7123077	8228.722769
55	54	360	795			-13.34545455	155.9636364	24324.65587	-2081.40562	441.471736	-81.47173606	6637.643777
56	55	305	801			-68.34545455	161.9636364	26232.2195	-11069.47835	444.092589	-139.0925886	19346.7482
57	Observations	Food expenditure (Y)	Total expenditure (X)	Ortaça Y	Ortaça X	Y - ortaça Y	X - ortaça X	(X - ortaça X)kwadrady	(Y - ortaça Y)*(X - ortaça X)	Çaklama Y	Yalňyslyk, u (residual)	Yalňyslyklaryň kwadrady (RSS)
58												
59							Jemleri	728623.9273	318269.3091		Jemi RSS	236895.6163
60												

Ýokarda (Şekil - 7) görşüňiz ýaly, 50 - njy sanawdaky (pyrtykal reňk bilen görkezilen) hojalygyň gündelik azyk çykdajysy 410 Rupiýa deň we gündelik jemi çykdajysy 775 Rupiýa deň. Çaklama azyk çykdajymyz ekonometriki seljerişimiziň netijesinde 432.7 Rupiýa boldy we bu, hakyky statistiki maglumatdan 22.7

Rupiýa tapawutly, ýagny ýalňyşlyk 22.7 Rupiyä deň. Sag aşak çünkde (gök reňk bilen görkezilen) ýalňyşlyklaryň kwadratynyň jemi görkezilen (RSS = 236893.61).

Indiki etjek zadymyz bolsa, OLS usuly bilen tapan kafisentlerimiziň $\hat{\beta}_1 = 94.2$ we $\hat{\beta}_2 = 0.436$ iň dogrylygyny subut edeliň. Ýagny, şulardan başga islendik kafisent biziň ekonometrik modelimiziň RSS (ýalňyşlyklaryň kwadratynyň jemi) ulaldardy. Ýalňyşlyk näçe kiçi bolsa, ekonometrik modelimizi şonçada efektiw we çaklama güýjüniň ýokarydygyny aňladar. OLS kafisentleriň iň dogry kafisendigini subut etmek üçin, munyň ýerine başga kafisentleri goýup RSS barlap görelin. Eger - de RSS ulalsa, diýmek OLS usuly bilen tapylan kafisentlerimiz iň dogry! Täze kafisentlerimiz şu bolsun:

$$\hat{a}_1 = 94 \quad \hat{a}_2 = 0.4$$

Indiki ädimimiz bolsa, täze kafisentleri ulanyp her bir hojalyk üçin çaklama aýyk çykdajylaryny çykaralyň, mysal üçin 50 - nji hojalygyň çaklama azyk çykdajysynyň we ýalňyşlygynyň tapylyşy:

$$\hat{Y}_i = \hat{a}_1 + \hat{a}_2 \hat{X}_i$$

$$\hat{Y}_i = 94 + 0.4 \hat{X}_i$$

$$\hat{Y}_{50} = 94 + 0.4 \hat{X}_{50}$$

$$\hat{Y}_{50} = 94 + 0.4(775) = 404$$

Şekil - 8

=SUM(H2:H57)							
B	C	D	E	F	G	H	I
	42	450	733	387.2	62.8	3943.84	
	43	395	745	392.0	3.0	9	
	44	430	751	394.4	35.6	1267.36	
	45	332	752	394.8	-62.8	3943.84	
	46	397	752	394.8	2.2	4.84	
	47	446	769	401.6	44.4	1971.36	
	48	480	773	403.2	76.8	5898.24	
	49	352	773	403.2	-51.2	2621.44	
	50	410	775	404.0	6.0	36	
	51	380	785	408.0	-28.0	784	
	52	610	788	409.2	200.8	40320.64	
	53	530	790	410.0	120.0	14400	
	54	360	795	412.0	-52.0	2704	
	55	305	801	414.4	-109.4	11968.36	
Observations	Food expenditure (Y)	Total expenditure (X)	Çaklama Y (a1=0.94, a2=0.4)		Ýalňyşlyk (U)	Ýalňyşlygyny kwadrady	
					Jemi RSS	268854.4	

Ýokarda (Şekil - 8) 1,2 we 3 - nji sütünler üýtgedi, 4 - nji sütün täze kafisentlerimiz bilen tapylan her hojalyk üçin çaklama azyk çykdaýlary hasaplanylady. 5 - nji sütünde her bir çaklamanyň göýberen ýalňyslygy, 6 - nji sütünde bolsa ýalňyslyklaryň kwadrady görkezilen. Sag aşak tarapda bolsa, ýalňyslyklaryň kwadradyň jemi (RSS) görkezilen (268854.4). OLS usuly bilen tapylan parameterleri ulanamyzda ekonometriki modelimiziň $RSS = 236893.6$ çykypdy, bu bolse ýekeje zady aňladýar: **täze kafisentlerimizi ulanyp emele getiren ekonometriki modelimiz has köpräk ýalňyslyk göýberýär, OLS usuly bilen tapan kafisentlerimiz iň dogrusy!**

Ýene - de kafisent goýup barlap göreliň, diýeli indiki täze kafisentlerimiz şu bolsun:

$$\hat{d}_1 = 94.2 \quad \hat{d}_2 = 0.43$$

Indiki ädimimiz bolsa, täze kafisentleri ulanyp her bir hojalyk üçin çaklama aýk çykdaýlaryny çykaralyň, mysal üçin 50 - nji hojalygyň çaklama azyk çykdaýsynyň we ýalňyslygynyň tapylşy:

$$\hat{Y}_i = \hat{d}_1 + \hat{d}_2 \hat{X}_i$$

$$\hat{Y}_i = 94.2 + 0.43 \hat{X}_i$$

$$\hat{Y}_{50} = 94.2 + 0.43 \hat{X}_{50}$$

$$\hat{Y}_{50} = 94.2 + 0.43(775) = 427.45$$

Şekil - 9

	Font	Alignment	Number	Styles		
	Font					
B	C	D	E	F	G	H
	39	415	721	404.2	10.8	115.9929
	40	540	730	408.1	131.9	17397.61
	41	360	731	408.5	-48.5	2355.1609
	42	450	733	409.4	40.6	1649.1721
	43	395	745	414.6	-19.6	382.2025
	44	430	751	417.1	12.9	165.6369
	45	332	752	417.6	-85.6	7320.5136
	46	397	752	417.6	-20.6	422.7136
	47	446	769	424.9	21.1	446.4769
	48	480	773	426.6	53.4	2852.6281
	49	352	773	426.6	-74.6	5563.6681
	50	410	775	427.5	-17.5	304.5025
	51	380	785	431.8	-51.8	2678.0625
	52	610	788	433.0	177.0	31314.8416
	53	530	790	433.9	96.1	9235.21
	54	360	795	436.1	-76.1	5783.6025
	55	305	801	438.6	-133.6	17856.9769
Observations	Food expenditure (Y)	Total expenditure (X)	Çaklama Y (a1=0.94, a2=0.4)		Ýalıňyslyk (U)	Ýalıňyslygyny kwadrady
					Jemi RSS	237972.8355

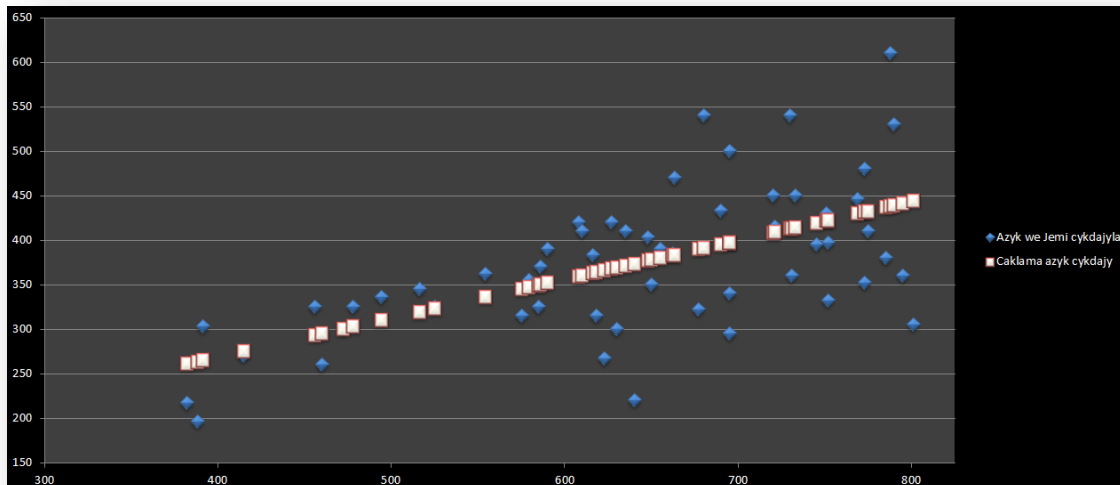
Ýokarda (Şekil - 9) 1,2 we 3 - nji sütünler üýtgedi, 4 - nji sütün täze kafisentlerimiz bilen tapylan her hojalyk üçin çaklama azyk çykdaýlary hasaplanylady. 5 - nji sütünde her bir çaklamanyň göýberen ýalňyslygy, 6 - nji sütünde bolsa ýalňyslyklaryň kwadrady görkezilen. Sag aşak tarapda bolsa, ýalňyslyklaryň kwadradyň jemi (RSS) görkezilen (237972.8). OLS usuly bilen tapylan parameterleri ulanamyzda ekonometriki modelimiziň $RSS = 236893.6$ çykypdy, bu bolse ýekeje zady aňladýar: **täze kafisentlerimizi ulanyp emele getiren ekonometriki modelimiz has köpräk ýalňyslyk göýberýär, OLS usuly bilen tapan kafisentlerimiz iň dogrusy!**

Bir gün menden soradylar:

- Sporty ösdürmek üçin näme etmeli?
 - Bazar ykdysadyýetini ösdürmeli!
- Ylmy ösdürmek üçin näme etmeli?
 - Bazar ykdysadyýetini ösdürmeli!
- Korupsiýany aýyrmak üçin näme etmeli?
 - Bazar ykdysadyýetini ösdürmeli!
- Býurokратиýany azaltmak üçin näme etmeli?
 - Bazar ykdysadyýetini ösdürmeli!
- Ykdysadyýeti ösdürmek üçin näme etmeli?
 - Bazar ykdysadyýetini ösdürmeli!

Bazar ykdysadyýetiniň 3 sütüni bardyr: 1 – Bäsleşik, 2 – Bahalaryň talap we üpjünçilik esasynda emele gelmegi, 3 – Gözegçilik. Bäsleşige rugsta bermek diýmek, bazary her kime, her bir telekeçä açmak diýmekdir! Bäsleşik esasynda ýiti telekeçiler emele geler, önümiň we hyzmatyň hili ýokarlanar, bahalar aşakda bolar! Bäsleşik ýitileri we ökdeleri öňe çykarýar, ýaltalary bolsa bazardan çykarýar. Bäsleşige rugsat bermek diýmek, ygtyýarnamalary, rugsatnamalary we patentleri aňsatlaşdyrmak diýmekdir. Goý her kim öndürsin, goý her kim girsin söwda we hyzmata. Bäsleşik bolmadyk ýerinde ösüş bolmaz! Önümçiligiň we hyzmatyň (derman önümçiliginden başlap, ýokary okuwlara çenli) ähli görnüşleri hususy telekeçilige açyk bolmaly, şonda korrupsiýada ýiter, býurokратиýada ýiter, ylmyň, sportuň, önümiň we hyzmatyň hili hem ýokarlanar! Önümleriň we hyzmatlaryň bahalaryny hem bazaryň özi kesgitlemeli, şonda has adalatly bolar. Bazarda monopoliýa, oligopololiýa döremez ýaly, önümleriň düzümine gadagan zatlar goşulmaz ýaly, hyzmatlaryň bikanun bolmazlygy üçin, salgytlaryň we paçlaryň wagtynda we adalatly ýygnaľmagy üçin bazar ykdysadyýetiniň doly we dogry işlemegi üçin döwlet gözegçiligi hökmanydyr! Berk we adalatly döwlet gözegçiligi ykdysadyýetiň ösmegine we güllmegine elter, eger döwlet gözegçiligi dogry işlemese, baý – garyp tapawudy artar we ykdysadyýetiň çökmegine getirer! Ösüşiň açary - bazar ykdysadyýetiniň dogry oturdylyşyndadyr!

Şekil - 10



Ýokarda (Şekil - 10) gorizonta (x - axis) sanlar (300,400,500,...) jemi çykdaýyny aňladýar, wertikal (dikligine) sanlar (150,200,250,...) azyk çykdaýylyny aňladýar. Jemi 55 hojalygyň maglumaty bar. Gök nokatlar: hakyky azyk çykdaýysyny görkezýär, ak nokatlar:ekonometriki modelimiziň çaklamasyny görkezýär. Mysal üçin çepden 1 - nji ak nokat bilen gök nokady alyp göreliň, görşüňiz ýaly: gök nokat ak nokadyň aşagynda ýerleşýär! Munyň sebäbi 1 - nji gök nokat hakyky azyk çykdaýy ýygnaýan maglumat (217), 1 - nji ak nokat bolsa biziň hasaplap tapan çaklama azyk çykdaýymyz (261). Bu ikisiniň tapawudyna, ýalňyşlyk (residual) diýilýär! 1 - nji ak nokat bilen gök nokadyň tapawudy -44 deň (ýalňyşlyk). Çaklama nokatlarymyzyň ýerleşişini göni çyzyga meňzemesiniň esasy sebäbi, OLS usulynyň (**linear algebra**) çyzykly algebra matematika metoduny ulanmagydyr! (Linear algebra) çyzykly algebrada, iki nokady bir çyzygyň üstünde görkezip bolýandygyny barada düşünje, OLS usulynda garaşly/bagly görkeziji bilen garaşsyz görkezijileri bir çyzygyň üstünde (gatnaşyklaryny matematiki usulda) görkezip bolar logigasyny ulanmaga matematiki esas bolup durýar. Şonuň üçinem, OLS usuly bilen tapylan çaklamalarymyz (çaklama garaşsyz/bagly görkeziji) grafikde göni çyzygyň üstünde duran nokatlary ýatladar.

OLS ulanmagyň şertleri!

Ýokarda görşüňiz ýaly, OLS usuly bilen tapylan kofisientler, biziň ekonometrik modelimiziň iň az ýalňyşlyklary bolmagyna we ekonometrik modelimiziň hakykata ýakyn çaklamalar çykarmagyna getirýär. Ýöne, OLS usulyny

ulanmagyň hem öz şertleri bardyr (Bu şertleriň ählisini kitabyň galan bölümlerinde içgin öwrenýäris, şu wagtlykça, bu şertleri ýöne belläp goýmak ýeterlikdir!).

- ❖ Garaşly we garaşsyz görkezijileriň arasynda baglanyşyk/gatnaşyk islendik matematiki görnüşde bolup biler (logarithmic, cubic, quadratic, linear, exponential, etc.) ýöne OLS usulyny ulanmak üçin bularyň ählisiniň kafisenti/parameteri çyzykly (linear) bolmaly, ýagny derejesi 1 - e deň bolmaly. Mysal üçin:

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \hat{X}_i^3 - \hat{\beta}_3 \log \hat{K}_i - \hat{\beta}_4 \sqrt[7]{N} + \hat{u}_i \text{ (OLS şertine laýyk)}$$

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_1^2 + \hat{\beta}_2^{0.24} \hat{X}_i + \hat{u}_i \text{ (OLS şertine laýyk däl)}$$

- ❖ Ekonometriki modeldäki garaşsyz görkeziji/ler bilen ýalňyşlygyň arasynda baglanyşyk ýokdur! Ekonometriki modeldäki ýalňyşlyk (u_i), garaşly görkezijä täsir edýän ýöne belli bir sebäpden ekonometriki modele girmedik görkezijileri/faktorlary aňladýar. Ýagny:

$$\text{cov}(X_i, u_i) = 0$$

- ❖ Ýalňyşlyklaryň käbiri oňaýly (+) käbirleri bolsa oňaysyz (-) belgilidi, OLS usulynyň 3 - nji şerti ynha bu ýalňyşlyklaryň ortaça bahasynyň nola (0) deň bolmagydyr.
- ❖ Ýalňyşlyklaryň, çaklamalaryň töwereginde (ýa - da çaklamalar çyzygynyň töwereginde) deň derejede “syçrama” şertidir. Muňa, ekonometrikidi dilde “homoscedasticity” diýilýär. Tersine, ýalňyşlyklaryň çaklamalaryň töwereginde deň derejede “syçramadyk” bolsa, muňa “heteroscedasticity” diýilýär. Matematiki usulda bu şeýle görkezilýär:

$$\text{var}(u_i) = \sigma^2$$

- ❖ Ýalňyşlyklaryň bir - birlerine hiç hili bagly däldigini, ýagny, ýalňyşlyklaryň arasynda bag ýoklugy şertidir! Eger ýalňyşlyklaryň arasynda baglanyşyk bar bolsa, muňa ekonometrikada “autocorrelation” diýilýär. Ýagny:

$$\text{cov}(u_i, u_j) = 0$$

- ❖ Statistiki maglumat sany (Data sample) ekonometriki modelde ulanylan garaşsyz görkezijileriň sanyndan köp bolma şerti.

Bu şertleriň biriniň bozulmagy, biziň OLS usulymyz ulanmak arkaly tapan kafisentlerimiziň iň dogry bolma ähtimallygyny düşürýär, we bu bolsa iň dogra ýakyn ekonometrik model emele getirendigimize iň azyndan uly şübhe döreder.

3 - NJI BÖLÜM. REGRESSIYA

Garaşly/bagly görkeziji ýekeje görkezijä bagly bolup bilýär (**two variable regression - one dependent and one independent**) , ýa - da ençeme garaşsyz görkezijilere bagly bolup bilýär (**multiple variable regression - one dependent variable and many independent variables**). Mysal üçin pomidoruň talaby, diňe pomidoruň bahasyna däl, eýsemde alyjylaryň girdejisine, olaryň häsiýetine, pomidory halap - halamaýanlygyna we ýene - de başgada görkezijilere bagly bolup bilýär. Ýöne biz, pomidoruň talap funksiýasyny düzimizde, pomidoruň talap edilýän mukdary diňe pomidoruň bahasyna bagly edip görkezýäris, beýleki görkezijileri näme üçin funksiýa salamyzok? Munyň ençeme sebäbi bar: ilki bilen pomidoruň talaby “esasy” onuň bahasyna bagly bolup durýar, ýagny beýleki görkezijilere baglylygy örän gowşak, şonuň üçinem ykdysadçylar talap funksiýasyna diňe şol önümiň bahasyny goýmak arkaly işini ýeňilleşdirdigi bolýar. Ilki bilen ýekeje garaşsyz görkezijili regressiýany görkezmekçi, ondan soň birnäçe garaşsyz görkezijili ekonometriki modelleriň regressiýasyna geçeris.

ÝEKEJE GARAŞSYZ GÖRKEZIJILI REGRESSIYA

Aşakda (Şekil - 1) 1974 - 2006 - ný ýyllaryň arasynda ABŞ - daky Altyn Bahasy (**Gold Price**), Alyjylaryň Baha Indeksi (**CPI**) we New York Gymmatly Kagyzlar Birjasynyň Indeksi (1,500 - den gowrak kärhananyň paýnamalarynyň ortaça bahalary, **NYSE Index**) berilen³. Alyjylaryň Baha Indeksi ykdysadyýet ylmynda inflýasiýany hasaplamak üçin ulanylýar, we hat - da seljerişlerde inflýasiýanyň ýerine, inflýasiýanyň görkezijisi hökmünde ulanylýan halatlary hem az duş gelenok. Altyna we kärhanalaryň paýnamalaryna maýa goýumyň iň ýönekeý sebäbi, “inflýasiýa garşy goranyş” diýip hasap edilýär. Inflýasiýanyň ýokarlanmagy, puluň we süýşürintgileriň hümmediniň gaçmagyny aňladýar. Süýşürintgileriň hümmedi gaçmaz ýaly, maýa goýujylar iň azyndan maýalarynyň belli bir bölegini altyna we kärhanalaryň paýnamalaryna “öwürýärler” , şeýtmek bilen, iň azyndan inflýasiýanyň oňaýsyz netijesinden gorandyklary bolýar. Inflýasiýa bilen altynyň bahasy arasynda, we inflýasiýa bilen paýnamalaryň bahasynyň arasynda nähili baglanyşyk bardygyny ykdysadçy OLS usulyny ulanmak arkaly ekonometriki seljerişi geçirmek isleýär. Ýagny:

$$\widehat{Gold\ Price}_t = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2(CPI)_t + u_t$$

³ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 90

$$\widehat{NYSE\ Index}_t = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2(CPI)_t + u_t$$

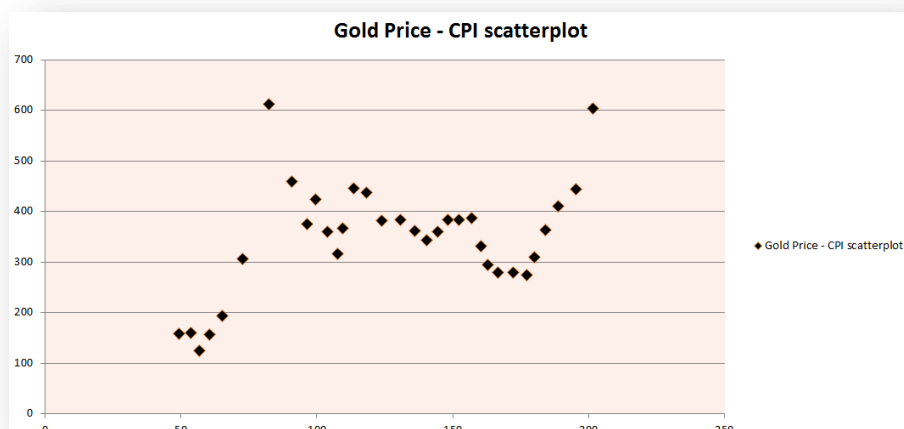
Şekil - 1

TABLE 3.7
Gold Prices, New York Stock Exchange Index, and Consumer Price Index for U.S. for 1974–2006

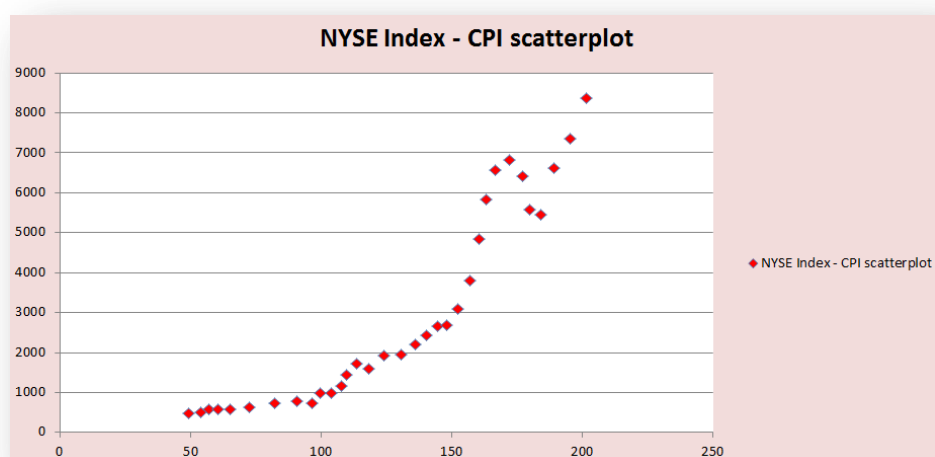
Year	Gold Price	NYSE	CPI
1974	159.2600	463.5400	49.30000
1975	161.0200	483.5500	53.80000
1976	124.8400	575.8500	56.90000
1977	157.7100	567.6600	60.60000
1978	193.2200	567.8100	65.20000
1979	306.6800	616.6800	72.60000
1980	612.5600	720.1500	82.40000
1981	460.0300	782.6200	90.90000
1982	375.6700	728.8400	96.50000
1983	424.3500	979.5200	99.60000
1984	360.4800	977.3300	103.9000
1985	317.2600	1142.970	107.6000
1986	367.6600	1438.020	109.6000
1987	446.4600	1709.790	113.6000
1988	436.9400	1585.140	118.3000
1989	381.4400	1903.360	124.0000
1990	383.5100	1939.470	130.7000
1991	362.1100	2181.720	136.2000
1992	343.8200	2421.510	140.3000
1993	359.7700	2638.960	144.5000
1994	384.0000	2687.020	148.2000
1995	384.1700	3078.560	152.4000
1996	387.7700	3787.200	156.9000
1997	331.0200	4827.350	160.5000
1998	294.2400	5818.260	163.0000
1999	278.8800	6546.810	166.6000
2000	279.1100	6805.890	172.2000
2001	274.0400	6397.850	177.1000
2002	309.7300	5578.890	179.9000
2003	363.3800	5447.460	184.0000
2004	409.7200	6612.620	188.9000
2005	444.7400	7349.000	195.3000
2006	603.4600	8357.990	201.6000

Altynyň bahasy bilen Alyjylaryň Baha Indeksiniň arasyndaky baglanyşygy ilki bilen EXCEL programmasyndaky INSERT/SCATTER arkaly grafda görýär (Şekil - 2, y - axis: Gold price, x - axis: CPI). Özüňizem görşüňiz ýaly, Altynyň bahasy bilen Alyjylaryň Indeksiniň arasynda baglanyşyk görülmeýär (Nokatlar belli bir ugurda ýokarlanýan ýa - da düşýän trend görünmeýär)! Bu şuny aňladýar: **altynyň bahasy alyjylaryň indeksiniň ýokarlanmagyna ýa - da düşmegine bagly däl, ýagny, altynyň bahasyna USD inflýasiýasy/deflýasiýasy täsir edenok!** Soňra bolsa, Kärhanalaryň paýnamalary bilen Alyjylaryň Baha Indeksiniň arasyndaky baglanyşygy grafda görýär (Şekil - 3, y - axis: NYSE Index, x - axis: CPI). Alyjylaryň Baha Indeksi ýokarlandygyça kärhanalaryň paýnamalaryny ýokarlanýandygy görülýär! Bu şuny aňladýar: **kärhanalaryň paýnamalarynyň bahasyna inflýasiýa täsir edýär, ýagny, inflýasiýa ýokarlandygyça paýnamalaryň bahasy hem ýokarlanýar!**

Şekil - 2



Şekil - 3



İki sany görkeziji arasyndaky baglanyşygy regressiýa başlamazdan “göz - çaky” bilen EXCEL - de scatterplot grafy arkaly hem görmek bolar (ýokardaky ýaly). Indi bolsa, OLS usuly içgin ekonometriki seljerişe başlalyň (ýenede EXCEL ulanmak arkaly):

Aşakda (Şekil - 4) EXCEL tablisada 1 - nji sütünde (çepden) ýyllar görkezilen (33 ýyl). 2 - nji sütünde her bir ýylda kärhanalaryň paýnamalarynyň indeksi (Y) görkezilen (paýnamalaryň ortaça bahalary). 3 - nji sütünde her bir ýyldaky Alyjylaryň baha indeksi (X) görkezilen. Ortaça (Y) we ortaça (X) tapmak üçin:

Şekil - 4

=SE\$18+SE\$15*D2											
Year	NYSE (Y)	CPI (X)	Ortaça Y	Ortaça X	Y - Ortaça Y	X - Ortaça X	(X - Ortaça X) kwadraty	(Y - Ortaça Y)*(X - Ortaça X)	Caklama Y	Yalnishlyk (U)	Yalnishlyk (U) kwadraty
1974	463.54	49.3	2961.193636	127.3666667	-2497.65	-78.07	6094.40	194983.49	-965.34	1428.88	2041699.32
1975	483.55	53.8			-2477.64	-73.57	5412.05	182271.98	-739.00	1222.55	1494636.04
1976	575.85	56.9			-2385.34	-70.47	4965.55	168087.21	-583.08	1158.93	1343122.89
1977	567.66	60.6			-2393.53	-66.77	4457.79	159808.26	-396.98	964.64	930534.54
1978	567.81	65.2	Jemi (X-Ortaça X)kwadraty		-2393.38	-62.17	3864.69	148788.68	-165.62	733.43	537912.38
1979	616.68	72.6	65161.63		-2344.51	-54.77	2999.39	128401.20	206.58	410.10	168178.63
1980	720.15	82.4			-2241.04	-44.97	2022.00	100772.26	699.50	20.65	426.56
1981	782.62	90.9			-2178.57	-36.47	1329.82	79445.32	1127.02	-344.40	118613.23
1982	728.84	96.5	Jemi (X - Ortaça X)*(Y - Ortaça Y)		-2232.35	-30.87	952.75	68905.32	1408.69	-679.85	462191.93
1983	979.52	99.6	3277447.15		-1981.67	-27.77	770.99	55024.47	1564.61	-585.09	342328.30
1984	977.33	103.9			-1983.86	-23.47	550.68	46554.67	1780.89	-803.56	645702.58
1985	1142.97	107.6			-1818.22	-19.77	390.72	35940.22	1966.99	-824.02	679002.07
1986	1438.02	109.6	beta 2		-1523.17	-17.77	315.65	27061.72	2067.58	-629.56	396346.05
1987	1709.79	113.6	50.29719147		-1251.40	-13.77	189.52	17227.66	2268.77	-558.98	312457.49
1988	1585.14	118.3			-1376.05	-9.07	82.20	12476.22	2505.17	-920.03	846447.41
1989	1903.36	124	Beta 1		-1057.83	-3.37	11.33	3561.37	2791.86	-888.50	789431.82
1990	1939.47	130.7	-3444.991983		-1021.72	3.33	11.11	-3405.75	3128.85	-1189.38	1414627.02
1991	2181.72	136.2			-779.47	8.83	78.03	-6885.35	3405.49	-1223.77	1497601.99
1992	2421.51	140.3	RSS		-539.68	12.93	167.27	-6979.91	3611.70	-1190.19	1416561.71
1993	2638.96	144.5	31650809.72		-322.23	17.13	293.55	-5520.94	3822.95	-1183.99	1401837.49
1994	2687.02	148.2			-274.17	20.83	434.03	-5711.95	4009.05	-1322.03	1747768.06
1995	3078.56	152.4			-117.37	25.03	626.67	2938.07	4220.30	-1141.74	1303570.22
1996	3787.2	156.9			826.01	29.53	872.22	24394.72	4446.64	-659.44	434857.63
1997	4827.35	160.5			1866.16	33.13	1097.82	61831.98	4627.71	199.64	39857.23
1998	5818.26	163			2857.07	35.63	1269.73	101806.80	4753.45	1064.81	1133819.86
1999	6546.81	166.6			3585.62	39.23	1539.25	140675.68	4934.52	1612.29	2599478.67
2000	6805.89	172.2			3844.70	44.83	2010.03	172370.55	5216.18	1589.71	2527163.94
2001	6397.85	177.1			3436.66	49.73	2473.40	170916.38	5462.64	935.21	874616.57
2002	5578.89	179.9			2617.70	52.53	2759.75	137516.32	5603.47	-24.58	604.31
2003	5447.46	184			2486.27	56.63	3207.33	140805.55	5809.69	-362.23	131211.48
2004	6612.62	188.9			3651.43	61.53	3786.35	224684.44	6056.15	556.47	309661.66
2005	7349	195.3			4387.81	67.93	4614.94	298078.31	6378.05	970.95	942744.85
2006	8357.99	201.6			5396.80	74.23	5510.59	400622.18	6694.92	1663.07	2765795.78

$$\text{Ortaça } Y = \bar{Y} = \frac{\text{Jemi } Y (463.54 + 483.55 + 575.85 + 567.66 + \dots)}{33} = 2961.19$$

$$\text{Ortaça } X = \bar{X} = \frac{\text{Jemi } X (49.3 + 53.8 + 56.9 + 60.6 + \dots)}{33} = 127.36$$

6 - nji sütünde (G) her bir ýyl üçin $(Y - \text{Ortaça } Y)$ hasaplanan, mysal üçin 2000 - nji ýylyňky (reňkli setir):

$$Y_{2000} - \bar{Y} \\ 6805.89 - 2961.19 = 3844.7$$

7 - nji sütünde (H) her bir ýyl üçin $(X - \text{Ortaça } X)$ hasaplanan, mysal üçin 2000 - nji ýylyňky (reňkli setir):

$$X_{2000} - \bar{X} \\ 172.2 - 127.36 = 44.83$$

8 - nji sütünde (I) her bir ýyl üçin $(X - \text{Ortaça } X)$ kwadraty hasaplanan, mysal üçin 2000 - nji ýylyňky (reňkli setir):

$$(X_{2000} - \bar{X})^2 \\ (44.83)^2 = 2010$$

9 - nji sütünde (J) her bir ýyl üçin $(X - Ortaça X) * (Y - Ortaça Y)$ köpeltmek hasyly hasaplanan, mysal üçin 2000 - nji ýylyňky (reňkli setir):

$$\begin{aligned} & (X_{2000} - \bar{X}) * (Y_{2000} - \bar{Y}) \\ & (44.83) * (3844.7) = 172370.55 \end{aligned}$$

Ýekeje garaşsyz görkezijili ekonometrik modellerde kafisentleri tapmagyň formulasyny geçen bölümde çykarypdyk, ýagny:

$$\hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X}$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

4 - nji sütünde (E) kafisentleri tapmak üçin gerekli jemler görkezilen, ýagny:

$$\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) = [194983.49 + 182271.98 + 168087.21 + \dots] = 3277447.15$$

$$\sum (X_i - \bar{X})^2 = [6094.4 + 5412.05 + 4965.55 + 4457.79 + \dots] = 65161.63$$

Onda:

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} = \frac{3277447.15}{65161.63} = 50.297$$

$$\hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X} = 2961.19 - (50.297) * 127.36 = -3444.99$$

Kafisentler tapylandan soňra, ekonometrik modeli düzüp bilýäris, ekonometrik modelimiz:

$$\widehat{NYSE Index}_t = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 (CPI)_t + u_t$$

$$\widehat{NYSE Index}_t = -3444.99 + 50.297(CPI)_t$$

10 - nji sütünde (K) her bir berilen (X) üçin (Alyjylaryň Baha Indeksi) ekonometriki modelimiziň çaklama (Y) paýnamalaryň bahalaryny görkezýär. Mysal üçin 2000 - nji ýylda (reňkli setir) Alyjylaryň baha indeksi (X) 172.2 deň bolan, onda biziň ekonometriki modelimiziň şol ýylyň paýnamalarynyň baha çaklamasy ($\hat{Y}$) 5216.18 bolar. Ýagny:

$$\widehat{NYSE Index}_t = -3444.99 + 50.297(CPI)_t$$

$$\widehat{NYSE Index}_{2000} = -3444.99 + 50.297(CPI)_{2000}$$

$$5216.18 = -3444.99 + 50.297(172.2)$$

11 - nji sütünde (L) her bir ýylyň hakyky kärhanalaryň paýnamalaryň bahasy bilen biziň OLS usuly bilen düzülen ekonometriki modelimiziň berýän çaklama paýnama bahalarynyň tapawudy, ýagny ýalňyşlyk (u) görkezilen (ýalňyşlygy hasaplanylýşy geçen bölümde berilen). Mysal üçin 2000 - nji ýylyň ýalňyşlygy (reňkli setir):

$$Y_i - \hat{Y}_i = u_i$$

$$Y_{2000} - \hat{Y}_{2000} = u_{2000}$$

$$6805.89 - 5216.18 = 1589.71$$

12 - nji sütünde (M) her bir ýyl üçin ýalňyşlyklaryň kwadratyny hasaplanyp berilen. Mysal üçin 2000 - nji ýylyň ýalňyşlygynyň kwadratyny:

$$\hat{u}_{2000}^2 = (1589.71)^2 = 2527163.94$$

Ýalňyşlyklaryň kwadratyny alynmagynyň sebäbi oňaýly we oňaýsyz belgili ýalňyşlyklaryň jemi alnanda bir - birlerini “öçürmegi” we jemi ýalňyşlyk barada ýalňyş maglumatyň alynmagydy, muny geçen bölümde içgin düşündiripdik. 11 - nji sündäki görkezilen ýalňyşlyklaryň belgisine üns berip görseňiz, käbirleri oňaýly kabirleri bolsa oňaýsyzdyr. 4 - nji sütünde bolsa, ýalňyşlyklaryň kwadratynyň jemi, $RSS = 31650809.72$ görkezilen, ýagny:

$$RSS \text{ (residual sum of squares)} = [2041699.32 + 1494636.04 + 1343122.89 + \dots] = 31650809.72$$

Sorag 1: OLS usuly bilen tapan kafisentleriň “iň dogry” kafisentlerdigini nädip subut etjek?

Jogap 1: OLS usuly bilen tapan kafisentlerimiziň “iň dogrulygynyň” iň aňsat usuly, ýerine başga kafisentler bilen çalşyp görmekdir. Eger - de ekonometriki modelimiziň RSS - i, OLS usuly bilen tapan RSS - imizden uly bolsa, diýmek OLS usuly bilen tapylan kafisentler “iň dogrusy”. Geliň barlap göreliň. Mysal üçin diýeli täze kafisentlerimiz (çalaja üýtgedeliň):

$$\hat{\beta}_2 = 50$$

$$\hat{\beta}_1 = -3445$$

Onda täze ekonometrik modelimizi:

$$\widehat{NYSE\ Index}_t = -3445 + 50(CPI)_t$$

Indi bolsa täze kafisentler we ekonometrik modelimizi bilen ýalňyslyklary we ýalňyslyklaryň kwadratyny çykaralyň. Aşakda (Şekil - 5) ähli gerekli hasaplamalar görkezilen:

Şekil - 5

f _{sc} =SUM(G2:G34)							
B	C	D	E	F	G	H	I
Year	NYSE (Y)	CPI (X)	Çaklama Y	Yalnyshlyk (U)	Yalnyshlyk (U) kwadraty		
1974	463.54	49.3	-980	1444	2083807.732		b2
1975	483.55	53.8	-755	1239	1534006.103		50
1976	575.85	56.9	-600	1176	1382623.223		
1977	567.66	60.6	-415	983	965620.6756		
1978	567.81	65.2	-185	753	566722.8961		b1
1979	616.68	72.6	185	432	186347.6224		-3445
1980	720.15	82.4	675	45	2038.5225		
1981	782.62	90.9	1100	-317	100730.0644		
1982	728.84	96.5	1380	-651	424009.3456		RSS
1983	979.52	99.6	1535	-555	308558.0304		31703867.26
1984	977.33	103.9	1750	-773	597018.9289		
1985	1142.97	107.6	1935	-792	627311.5209		
1986	1438.02	109.6	2035	-597	356385.1204		
1987	1709.79	113.6	2235	-525	275845.5441		
1988	1585.14	118.3	2470	-885	782977.2196		
1989	1903.36	124	2755	-852	725290.6896		
1990	1939.47	130.7	3090	-1151	1323719.281		
1991	2181.72	136.2	3365	-1183	1400151.558		
1992	2421.51	140.3	3570	-1148	1319029.28		
1993	2638.96	144.5	3780	-1141	1301972.282		
1994	2687.02	148.2	3965	-1278	1633232.88		
1995	3078.56	152.4	4175	-1096	1202180.674		
1996	3787.2	156.9	4400	-613	375523.84		
1997	4827.35	160.5	4580	247	61182.0225		
1998	5818.26	163	4705	1113	1239347.828		
1999	6546.81	166.6	4885	1662	2761612.476		
2000	6805.89	172.2	5165	1641	2692519.992		
2001	6397.85	177.1	5410	988	975847.6225		
2002	5578.89	179.9	5550	29	834.6321		
2003	5447.46	184	5755	-308	94580.8516		
2004	6612.62	188.9	6000	613	375303.2644		
2005	7349	195.3	6320	1029	1058841		
2006	8357.99	201.6	6635	1723	2968694.54		

Ýokarda (Şekil - 5) sary bilen bellenen RSS = 31703867.26 görşüňiz ýaly, OLS usuly bilen tapylan kafisentleri ulanyp çykaran RSS = 31650809.72 - den uly, bu şuny aňladýar: täze kafisentlerimiz bilen biziň ekonometriki modelimiziň çaklamasy has köpräk ýalňyslyk göýberýär. Bu bolsa, OLS usuly bilen tapylan kafisentlerimiziň “iň dogrulygyny” görkezýär. RSS näçe kiçi bolsa, biziň

ekonometrik modelimizi sonçada “iň dogra” ýakynlygyny görkezýär. Mysal üçin ýene - de başga kafisentleri goýup göreliň, bu sapar has üýtgeşik:

$$\hat{\beta}_2 = 45$$

$$\hat{\beta}_1 = -3500$$

Onda täze ekonometrik modelimiz:

$$\widehat{NYSE\ Index}_t = -3500 + 45(CPI)_t$$

Indi bolsa täze kafisentler we ekonometrik modelimizi bilen ýalňyslyklary we ýalňyslyklaryň kwadratyny çykaralyň. Aşakda (Şekil - 6) görşüňiz ýaly $RSS = 51050203 > 31650809.72$, ýagny OLS usuly bilen tapylan kafisentlerimizi “iň dogry” kafisentler we “iň dogry” ekonometriki modeli emele getirýär. Ähli gerekli hasaplamalar görkezilen:

Şekil - 6

f _{3x} =SUM(G2:G34)							
B	C	D	E	F	G	H	I
Year	NYSE (Y)	CPI (X)	Caklama Y	Yalnyshlyk (U)	Yalnyshlyk (U) kwadraty		
1974	463.54	49.3	-1282	1745	3045164.602		b2
1975	483.55	53.8	-1079	1563	2441562.503		45
1976	575.85	56.9	-940	1515	2296285.623		
1977	567.66	60.6	-773	1341	1797369.236		
1978	567.81	65.2	-566	1134	1285525.116		b1
1979	616.68	72.6	-233	850	721956.1024		-3500
1980	720.15	82.4	208	512	262297.6225		
1981	782.62	90.9	591	192	36910.0944		
1982	728.84	96.5	843	-114	12918.5956		RSS
1983	979.52	99.6	982	-2	6.1504		51050203.12
1984	977.33	103.9	1176	-198	39271.3489		
1985	1142.97	107.6	1342	-199	39612.9409		
1986	1438.02	109.6	1432	6	36.2404		
1987	1709.79	113.6	1612	98	9562.8841		
1988	1585.14	118.3	1824	-238	56815.4896		
1989	1903.36	124	2080	-177	31201.6896		
1990	1939.47	130.7	2382	-442	195390.5209		
1991	2181.72	136.2	2629	-447	200059.3984		
1992	2421.51	140.3	2814	-392	153656.1601		
1993	2638.96	144.5	3003	-364	132161.3316		
1994	2687.02	148.2	3169	-482	232304.7204		
1995	3078.56	152.4	3358	-279	78086.7136		
1996	3787.2	156.9	3561	227	51392.89		
1997	4827.35	160.5	3723	1105	1220693.523		
1998	5818.26	163	3835	1983	3933320.228		
1999	6546.81	166.6	3997	2550	6501531.036		
2000	6805.89	172.2	4249	2557	6537686.472		
2001	6397.85	177.1	4470	1928	3718533.723		
2002	5578.89	179.9	4596	983	967055.8921		
2003	5447.46	184	4780	667	445502.8516		
2004	6612.62	188.9	5001	1612	2598930.894		
2005	7349	195.3	5289	2061	4245660.25		
2006	8357.99	201.6	5572	2786	7761740.28		

Sorag 2: OLS usuly emele getirilen ekonometriki modelimizi nämäni aňladýar?

$$\widehat{NYSE Index}_t = -3444.99 + 50.297(CPI)_t$$

Jogap 2: Birinjilik bilen: Ekonometriki modelimiziň kömegi bilen, Alyjylaryň Baha Indeksi üýtgän ýagdaýynda kärhanalaryň paýnamalarynyň bahasynyň indeksine nähili täsiri boljagyny çaklamak mümkin bolar. Mysal üçin, Alyjylaryň Baha Indeksiniň 1 birliginiň ýokarlanmagy, paýnamalaryň baha indeksiniň 50.297 birlik ýokarlanmagyna getirer! Ýagny:

$$\widehat{NYSE Index}_t = -3444.99 + 50.297(CPI)_t$$

$$\widehat{NYSE Index}_{t+1} = -3444.99 + 50.297[CPI_t + 1]$$

$$\widehat{NYSE Index}_{t+1} = -3444.99 + 50.297(CPI_t) + 50.297$$

$$\widehat{NYSE Index}_{t+1} = \widehat{NYSE Index}_t + 50.297$$

Tersine: Alyjylaryň Baha Indeksiniň 1 birlik düşmegi, paýnamalaryň baha indeksiniň -50.297 düşmegine getirer! Ýagny:

$$\widehat{NYSE Index}_t = -3444.99 + 50.297(CPI)_t$$

$$\widehat{NYSE Index}_{t+1} = -3444.99 + 50.297[CPI_t - 1]$$

$$\widehat{NYSE Index}_{t+1} = -3444.99 + 50.297(CPI_t) - 50.297$$

$$\widehat{NYSE Index}_{t+1} = \widehat{NYSE Index}_t - 50.297$$

Alyjylaryň baha indeksi bilen paýnamalaryň baha indeksiniň arasynda oňaýly (dogry) gatnaşyklar bar!

Ikinjilik bilen: Ekonometriki modelimizi ulanmak arkaly Alyjylaryň Baha indeksi berilen ýagdaýynda, paýnamalaryň baha indeksini takmynan çaklamak mümkin bolar! Mysal üçin, diýeli eger - de Alyjylaryň baha indeksi 110 - a deň bolan ýagdaýynda takmynan paýnamalaryň baha indeksini çaklaň. Onda:

$$\widehat{NYSE Index}_t = -3444.99 + 50.297(CPI)_t$$

$$\widehat{NYSE Index}_t = -3444.99 + 50.297(110) = 2087$$

Alyjylaryň Baha Indeksi 110 - a deň bolan ýagdaýynda paýnamalaryň baha indeksi takmynan 2087 - ä deň bolar (çaklama)!

Sorag 3: Çaklama nä dereje dogry, ýagny ekonometriki modeliň çaklamalaryna nä derejede güwä geçse bolar?

Jogap 3: Bu soragy jogaplamak üçin 2 meseläni çözmeli. 1 - nji mesele: Paýnamalaryň baha indeksine Alyjylaryň Baha Indeksinden başga täsir edýän faktorlar hem bardygyny unutmaly däl, şonuň üçinem, Alyjylaryň Baha indeksiniň nä dereje paýnamalaryň baha indeksine täsir edýändigini bilmek gerekli! 2 - nji mesele: Ekonometrik modeliň ýalňyşma derejesini tapmaly. Indi bolsa bu 2 meseläni çözeliň.

1 - nji mesele: Garaşsyz görkezijileriň nä dereje garaşly/bagly görkezijä täsir edýändigini hasaplamaga ekonometrikada “Goodness of fit” diýilýär we bu “ R^2 ” bilen görkezilýär. Muny hasaplamak üçin biz 3 sany haplamany etmeli, ýagny:

$$TSS \text{ (total sum of squares)} = \sum (Y_i - \bar{Y})^2$$

TSS = Berilen Y maglumatlaryň ortaça $\bar{Y}$ daşynda seçelenmesini (variation) hasaplaýar.

$$RSS \text{ (residual sum of squares)} = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum \hat{u}^2$$

RSS = Berilen Y maglumatlaryň çaklama $\hat{Y}$ daşynda seçelenmesini hasaplaýar. (çaklamanyň ýalňyşlygyny)

$$ESS \text{ (estimated sum of squares)} = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

ESS = Çaklama $\hat{Y}$ maglumatlaryň ortaça $\bar{Y}$ daşynda seçelenmesini (variation) hasaplaýar.

$$TSS = RSS + ESS$$

R^2 şeýle tapylýar:

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} = 1 - \frac{RSS}{TSS}$$

standard error of regression (regressiýanyň ortaça ýalňyşlygy) diýilýär we şeýle tapylýar:

$$\text{Variance of regression } (\hat{\sigma}^2) = \frac{\sum \hat{u}^2}{n - k} = \frac{RSS}{n - k}$$

$$\text{Standard error of regression } (\hat{\sigma}) = \sqrt{\hat{\sigma}^2}$$

$$n = \text{maglumat sany (sample size)}$$

$$k = \text{görkezijileriň sany (jemi: garaşsyz + bagly görkezijiler)}$$

Biziň regressiýamyzyň (paýnamalaryň baha indeksi we alyjylaryň baha indeksi) ortaça ýalňyşlygyny hasaplalyň:

$$(\hat{\sigma}^2) = \frac{\sum \hat{u}^2}{n - k} = \frac{RSS}{n - k} = \frac{31650809.72}{33 - 2} = 1020993.862$$

$$(\hat{\sigma}) = \sqrt{\hat{\sigma}^2} = \sqrt{1020993.862} = 1010.44$$

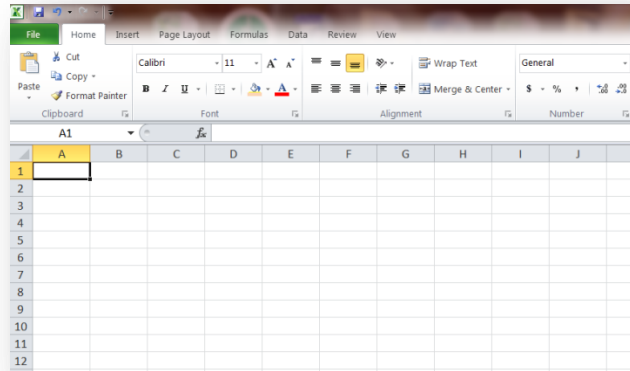
Munyň manysy şu: Biziň çaklama kärhanalaryň paýnama indeksimiz, ortaça 1010.44 indeks ýalňyşlyk göýberer! Ýagny, mysal üçin biz ýokarda Alyjylaryň baha indeksi 110 - a deň bolanda, çaklama paýnamalaryň baha indeksini 2087 - i bolar diýipdik. Regressiýanyň ýalňyşlygy 1010.44 indeksiň manysy şu: “Paýnamalaryň baha indeksi (2087 - 1010.44) 1076.56 bilen (2087 + 1010.44) 3097.44 indeksi arasynda bolup biler” . Ýagny:

$$\text{Hakyky bagly görkeziji şularyň arasynda} = (\hat{Y} - \hat{\sigma}, \hat{Y} + \hat{\sigma})$$

Ýokarda ähli EXCEL - de el bilen edilen hasaplamalarymyzy aslynda EXCEL - iň özünde goşmaça bar bolan, OLS usuly bilen regressiýa edýän programmasynyň üsti bilen edip bolýar. Muny etmek üçin şu aşakdakylary ýerine ýetiriň:

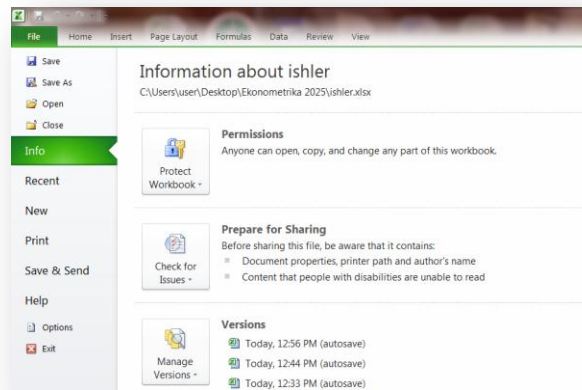
1. EXCEL file açyň! (Şekil - 8)

Şekil - 8



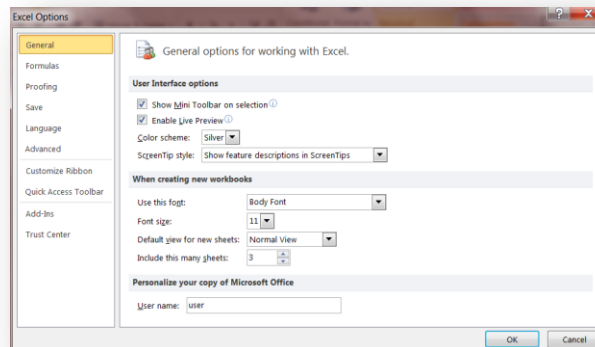
2. EXCEL - de ýokarda çep FILE düwmejige basyň (Şekil - 9)

Şekil - 9



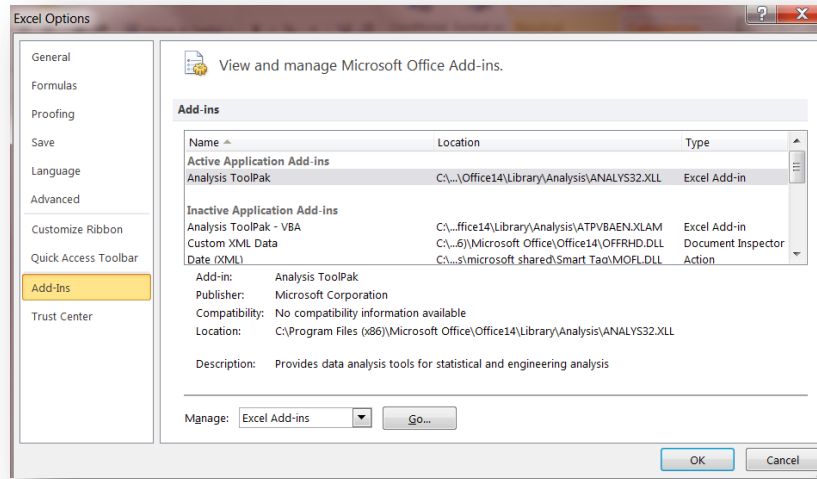
3. FILE basanyzdan soňra açylan sahypada OPTIONS düwmejige basyň, täze penjirejik açylar (Şekil - 10)

Şekil - 10



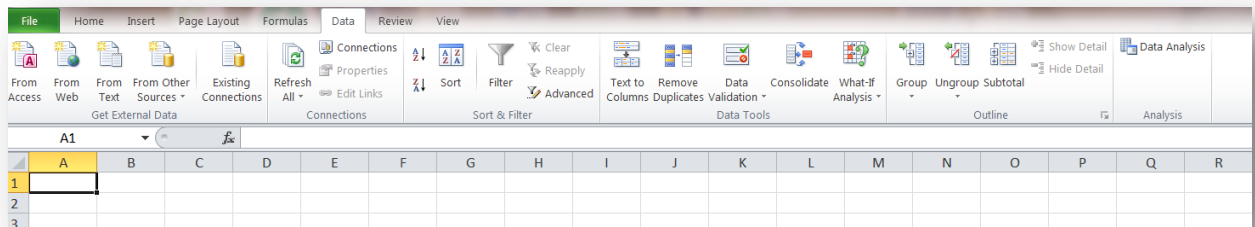
4. OPTIONS penjirejiginde çep tarapda ADD - Ins düwmejige basyň (Şekil - 11)

Şekil - 11



5. Açylan sahypada ýokarda ADD - Ins diýilip duran ýerde EXCEL - iň goşmaça programmalary bar, şol ýerden ANALYSIS TOOLPAK görkeziň we aşakda MANAGE diýilip duran ýerde GO... düwmejige basyň. Şonda, regressiýa üçin gerekli programmajyk siziň EXCEL - e goşular. Indi, islendik wagty EXCEL file açanyzda we ýokarda DATA diýilip duran düwmejige basanyzda, açylan sahypanyň ýokary sag gyrasynda DATA ANALYSIS düwmejigi döremeli (Şekil - 12)⁵

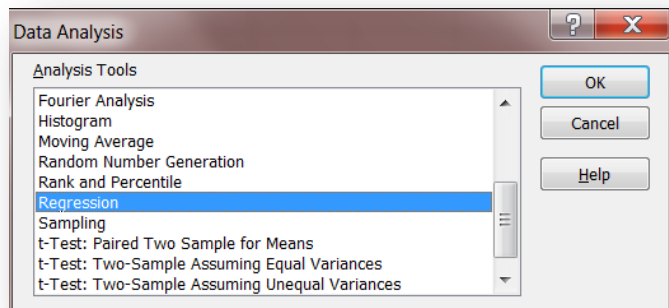
Şekil - 12



⁵ EXCEL/FILE/OPTIONS/ADD-Ins/Analysis ToolPak belläp GO... düwmejige basmaly

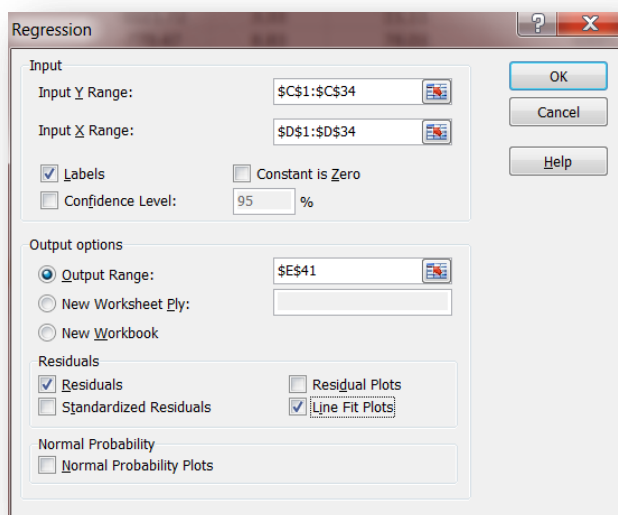
6. DATA ANALYSIS düwmejige basyň, täze penjirejik açylar açylan penjirejikden REGRESSION saýlaýaňyz we OK düwmejige basýaňyz (Şekil - 13)

Şekil - 13



7. Önünüzde täze penjirejik açylar (Şekil - 14) şol penjirejige regressiýa üçin gerekli maglumaty girizmeli: INPUT Y RANGE - bagly/garaşly görkezijiniň ählisini görkezmeli (Şekil - 4) C1 = görkezijiniň ady bar, C2:C34 (jemi 33 sany) bagly görkezijiler. INPUT X RANGE - garaşsyz görkezijileri görkezmeli (D1:D34 aralygy). LABELS - görkezijileriň ady (C1 we D1) girizilen bolsa LABELS öýjügi bellemeli. OUTPUT RANGE - işläp oturan EXCEL sahypaňyza netijäniň çykmagyny isleseňiz OUTPUT RANGE saýlamaly. Eger - de regressiýa netijäniň başga bir sahypa çykmagyny ýa - da düýbünden täze EXCEL file açylmagyny sileseňiz NEW WORKSHEET PLY ýa - da NEW WORKBOOK öýjügi bellemeli. RESIDUALS - öýjügi belleseniz, her bir berilen maglumat üçün çaklamanyň ýalňyslygyny hem görkezer.

Şekil - 14



8. Şekil - 14 - dăki penjirejigi dolduryp OK düwmejige bassaňyz aşakda görkezilen regressiýa netijesini alarsyňyz (Şekil - 15, SUMMARY OUTPUT).

Şekil - 15

	SUMMARY OUTPUT								
	Regression Statistics								
	Multiple R	0.915928425							
	R Square	0.838924879							
	Adjusted R Square	0.833728907							
	Standard Error	1010.442409							
	Observations	33							
	ANOVA								
		df	SS	MS	F	Significance F			
	Regression	1	164846386.7	164846386.7	161.4567853	7.89485E-14			
	Residual	31	31650809.72	1020993.862					
	Total	32	196497196.4						
		Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
	Intercept	-3444.991983	533.9662947	-6.45170307	0.000000341675322797	-4534.023421	-2355.96055	-4534.023421	-2355.960545
	CPI (X)	50.29719147	3.958362692	12.70656465	0.0000000000000789	42.22405753	58.3703254	42.22405753	58.3703254
	RESIDUAL OUTPUT								
	Observation	Predicted NYSE (Y)	Residuals						
	1	-965.3404441	1428.880444						
	2	-739.0030825	1222.553082						
	3	-583.0817889	1158.931789						
	4	-396.9821805	964.6421805						
	5	-165.6150998	733.4250998						
	6	206.5841171	410.0958829						
	7	699.4965934	20.65340655						
	8	1127.022721	-344.4027209						
	9	1408.686993	-679.8469931						
	10	1564.608287	-585.0882867						
	11	1780.88621	-803.55621						
	12	1966.985818	-824.0158184						
	13	2067.580201	-629.5602013						
	14	2268.768967	-558.9789672						
	15	2505.165767	-920.0257671						
	16	2791.859758	-888.4997584						
	17	3128.850941	-1189.380941						
	18	3405.485494	-1223.765494						
	19	3611.703979	-1190.193979						
	20	3822.952183	-1183.992183						
	21	4009.051792	-1322.031792						
	22	4220.299996	-1141.739996						
	23	4446.637358	-659.4373577						
	24	4627.707247	199.6427531						
	25	4753.450226	1064.809774						
	26	4934.520115	1612.289885						
	27	5216.184387	1589.705613						
	28	5462.640625	935.2093747						
	29	5603.472761	-24.58276137						
	30	5809.691246	-362.2312464						
	31	6056.147485	556.4725154						
	32	6378.04951	970.9504901						
	33	6694.921816	1663.068184						

Ýokardaky (Şekil - 15) netijenamada biziň mundan öňki (Şekil - 4 we Şekil - 7) elde hasaplan hasaplamalarymyzyň ählisini görüp bilersiňiz: Ýokarda çep gyrada R SQUARED - 0.8389, STANDARD ERROR - 1010.44, OBSERVATIONS - 33. Aşagrakda SS diýilip duran ýeriň aşagyna ESS, RSS we TSS jemlerini görüp bilersiňizi (164846386.7, 31650809.72, 196497196.4). Ondanam aşagrakda COEFFICIENTS ýazgysynyň aşagynda INTERCEPT -3444.99 we onuň aşagynda CPI(X) 50.29 görersiňiz, bular biziň OLS usuly bilen tapan kafisentlerimizdir! Iň aşakda RESIDUAL OUTPUT ýazgysynyň aşagynda 3 sütün bar, bularyň 1 - njisi jemi maglumat sany, 2 - njisi Çaklama Paýnamalaryň Baha Indeksi ($\hat{Y}_i$), 3 - nji sütün

bolsa Ýalňyslyklarymyzy (Residuals, u) görkezýär (Şekil - 4 we Şekil - 7 elde eden hasaplarymyz bilen deňeşdirip görseňiz, netijenama bilen hasaplamalaryň deň gelýändigini görersiňiz). Mundan beýläk, OLS usuly ekonometriki seljeriş regressiýalarymyzy EXCEL - iň bu goşmaça programmasyny ulanmak arkaly ederis. EXCEL - iň bu programmasy hem OLS usulyny ulanýandygyny unutmaň!

Aşakda (Şekil - 16) ýokardaky (Şekil - 15) netijenamada görkezilen ekonometriki seljerişimizde käbir gerekli bolan hasabatlar reňkli şekilde görkezilen.

Şekil - 16

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.915928425							
R Square	0.838924879							
Adjusted R Square	0.833728907							
Standard Error	1010.442409							
Observations	33							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	164846386.7	164846387	161.4567853	7.89485E-14			
Residual	31	31650809.72	1020993.86					
Total	32	196497196.4						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-3444.991983	533.9662947	-6.45170307	0.000000341675322797	-4534.023421	-2355.960545	-4534.023421	-2355.960545
CPI (X)	50.29719147	3.958362692	12.7065647	0.00000000000000789	42.22405753	58.3703254	42.22405753	58.3703254

- F - test hasabaty (pyrtykal reňkde, F) 161.45 görkezilen, F - test ekonometriki seljerişde “joint significance test” ýagny “umumy ähmiýetlilik testi” aňladýar. Bu test, garaşsyz görkezijileriň, bagly görkezijä täsir etmekde ähmiýetiniň ululygyny ýa - kiçiligin görkezýär. Bu test bize garaşsyz görkezijileriň sany birden köp bolanda we ekonometriki modelimizi saýlamakda uly ýardam eder. Ýekeje garaşsyz görkezijili ekonometriki modellerde F - test hasabaty känbir gerekli bolmaýar. F - test hasabaty tapylyşy:

$$F = \frac{\frac{ESS}{df_1}}{\frac{RSS}{df_2}} = \frac{\frac{164846387}{1}}{\frac{31650809.72}{31}} = 161.45$$

Ýokarda df_1 - “degrees of freedom of numerator” aňladýar we bu san regressiýa netijenamada (Şekil - 16) “df” sütüniň aşagynda görkezilen.

$$df_1 = \text{jemi görkezijileriň sany} - \text{bagly görkezijileriň sany}$$

$$1 = 2 - 1$$

df_2 - “degrees of freedom of denominator” aňladýar we bu san regressiýa netijenamada (Şekil - 16) “ df ” sütüniň aşagynda görkezilen.

$$df_2 = \text{jemi maglumat sany} - \text{jemi görkezijileriň sany}$$

$$31 = 33 - 2$$

Şol netijenamada “ MS ” sütüniniň aşagynda eýýäm $\frac{ESS}{df_1}$ we $\frac{RSS}{df_2}$ netijeleri eýýäm görkezilen. F - testleriň netijesi minimumdan geçse, diýmek garaşsyz görkezijiler bagly görkeziji üçin ähmiýetli diýmegi aňladar! F - testing minimumlary her bir ekonometrika kitaplaryň arkasynda berilýär. Regressiýa netijenamamyzda “degrees of freedom of numerator” 1 - e deň, “degrees of freedom of denominator” 31 - e deň, onda (Şekil - 17) ýokardan (numerator) 1 we ýan tarapdan denominator 40 seretseňiz (.05 = 5% ýalňyslyk äthimallygyny aňladýar) 4.08 görersiňiz, bu şunyň aňladýar: Paýnamalaryň baha indeksine Alyjylaryň baha indeksi täsiriniň ähmiýetli bolmagy üçin F - test hasabaty 4.08 - den geçmeli, biziň regressiýa netijenamamyzda we elde hasaplanymyzda F - test hasabatymyz 161.45 çykdy, ýagny, paýnamalaryň baha indeksi üçin Alyjylaryň baha indeksi örän ähmiýetli görkezijidir! Aşakda⁶ (Şekil - 17) F - test minimumlary berilen:

Şekil - 17

TABLE D.3 Upper Percentage Points of the F Distribution

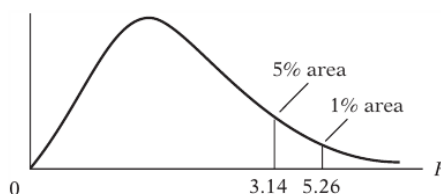
Example

$$\Pr(F > 1.59) = 0.25$$

$$\Pr(F > 2.42) = 0.10 \quad \text{for } df \ N_1 = 10$$

$$\Pr(F > 3.14) = 0.05 \quad \text{and } N_2 = 9$$

$$\Pr(F > 5.26) = 0.01$$



⁶ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 884

Şekil - 17 dowamy

TABLE D.3 Upper Percentage Points of the F Distribution (Continued)

df for denom- inator N_2	df for numerator N_1												
	Pr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	.25	1.40	1.48	1.47	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.39	1.39	1.38	1.37
	.10	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.86
	.05	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23
	.01	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12
24	.25	1.39	1.47	1.46	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.38	1.37	1.36
	.10	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83
	.05	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.21	2.18
	.01	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.09	3.03
26	.25	1.38	1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.37	1.36	1.35
	.10	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.84	1.81
	.05	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15
	.01	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	3.02	2.96
28	.25	1.38	1.46	1.45	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34
	.10	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79
	.05	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12
	.01	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.96	2.90
30	.25	1.38	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.35	1.34
	.10	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.79	1.77
	.05	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09
	.01	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.91	2.84
40	.25	1.36	1.44	1.42	1.40	1.39	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31
	.10	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.73	1.71
	.05	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00
	.01	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.73	2.66
60	.25	1.35	1.42	1.41	1.38	1.37	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.29
	.10	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.68	1.66
	.05	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92
	.01	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.56	2.50
120	.25	1.34	1.40	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26
	.10	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68	1.65	1.62	1.60
	.05	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83
	.01	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.40	2.34
200	.25	1.33	1.39	1.38	1.36	1.34	1.32	1.31	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25
	.10	2.73	2.33	2.11	1.97	1.88	1.80	1.75	1.70	1.66	1.63	1.60	1.57
	.05	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80
	.01	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.89	2.73	2.60	2.50	2.41	2.34	2.27
∞	.25	1.32	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.29	1.28	1.27	1.25	1.24	1.24
	.10	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.57	1.55
	.05	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75
	.01	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.25	2.18

- Şekil - 16, sary reňkde t Stat ekonometrikada “T - test of significance” (her bir garaşsyz görkezijiniň bagly görkeziji üçin baglylyk testi) hökmünde bilinýär. F - test: ähli garaşsyz görkezijileriň bilelikdäki ähmiýetlilik testidi, T - test bolsa, her bir garaşsyz görkezijiniň aýry - aýry bagly görkezijä ähmiýetlilik derejesiniň testi (synagydyr). Muňa, başgada *Hypothesis testing* hem diýilýär. Eýsem bu test nähili amala aşyrylýar? Bu testi amala aşyrmak üçin her bir garaşsyz görkezijiniň

standard error (her bir görkejinin ýalňyşlyk derejesini) tapmak gerekli. Her bir garaşsyz görkezijiniň *Standard Error* (sary bilen görkezilen) regressiýa netijenamasynda çykarylýar (*t Stat* çep tarapynda). Alyjylaryň baha indeksiniň Paýnamalaryň baha indeksi üçin ähmiýetlimi ýa - da dälmi munyň *T* - testiniň edilişi:

$$T - test = \frac{\hat{\beta}_2 - H_0}{\text{standard error of } (\hat{\beta}_2)}$$

H_0 - “*null hypothesis*” ýagny “ilkinji gipotezamyň, ilkinji pikirimiz” diýmegi aňladýar. *T* - test edenimizde, biziň ilkinji gipotezamyň “Alyjylaryň Baha indeksiniň hiç hili ähmiýeti ýok” matematiki usulda bu şeýle bolýar:

$$H_0 = 0$$

Onda *T* - testimiz:

$$T - test = \frac{\hat{\beta}_2 - H_0}{\text{standard error of } (\hat{\beta}_2)} = \frac{50.297 - 0}{3.958} = 12.7$$

T - testimiziň netijesi 12.7 çykdy, bu nämäni aňladýar? Her bir ekonometrika kitabynda *t Distribution* tablisasy bolýar⁷, edil *F* - test minimalar ýaly, matematikanyň trigonometrika ugrundaky ulanylýan sinus we cosinus tablisalary ýaly, ýa - da her bir matematika depderiniň arkasyndaky Pifagor köpeltmek tablisasy ýaly, ekonometrikanyň hem özüne mahsus tablisalary bar! Her bir görkeziji sany, maglumat sany we başga ençeme faktorlaryň esasynda bu tablisalar eýýam taýýar we ulanybermeli ýagdaýda bolýarlar. Bu tablisalaryň nähili emele gelşini içgin öwrenmek isleýänler ekonometrikanyň ýörite kitaplaryndan ugur almagy maslahat berýärin. Bu kitapda, ekonometrikanyň amaly üçin, ýagny, ekonometrikany seljerişde ulanmak barada, we beýleki hasabatlaryň gelip çykyşy barada dældigini okyja ýatladýaryn! Aşakdaky (Şekil - 18) *t Distribution* tablisada gorizonta (ýataý) görkeziji ähtimallygy görkezýär, vertikal (dikligine) görkeziji bolsa df_2 aňladýar. Ekonometriki seljerişlerde 95% ähtimallyk ulanylýar we şonuň üçinem (0.025:0.05) sütüni ulanylýar. Bularyň manysy: eger - de *T* - test iki ganat (iki taraplaýyn) edilen bolsa, onda her ganatdan 2.5% ýalňyşlyk ähtimallyga rugsat beriler, eger - de test diňe bir ganat (bir taraplaýyn) edilen ýagdaýynda onda şol tarapdan 5% ýalňyşlyk ähtimallyga rugsat beriler⁸. Biziň mysalymyzda $df_2 = 31$ bolany üçin,

⁷ Basic Econometrics, Damodar N. Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 879

⁸ 95% confidence level - 95% dogry, ýagny 5% ýalňyşlyga rugsat berildi manysyndadyr!

biz tablisada 40 sanyň gabadyna serederis, gorizonta sütüninden hem (0.025:0.05) saýlarys we şol sanlar üçin netije **2.021** görersiňiz.

Şekil - 18

TABLE D.2
Percentage Points of
the *t* Distribution

Source: From E. S. Pearson and
H. O. Hartley, eds., *Biometrika
Tables for Statisticians*, vol. 1,
3d ed., table 12, Cambridge
University Press, New York,
1966. Reproduced by
permission of the editors and
trustees of *Biometrika*.

Example

$$\Pr(t > 2.086) = 0.025$$

$$\Pr(t > 1.725) = 0.05 \quad \text{for } df = 20$$

$$\Pr(|t| > 1.725) = 0.10$$



Pr df	0.25 0.50	0.10 0.20	0.05 0.10	0.025 0.05	0.01 0.02	0.005 0.010	0.001 0.002
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.214
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160
∞	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090

Munyň manysy şu: Eger - de T - test netijesi -2.021 we 2.021 aralygynyda bolsa onda “ilkinji gipotezamyzyň dogrulygy kabul etmän bilemizok” ýagny, hakykatdan - da Alyjylaryň Baha indeksindäki oýnamalar kärhanalaryň baha indeksine hiç hili ähmiýeti ýok we täsiri bolmaz!

Fail to reject the null hypothesis if $-2.021 < T - test < 2.021$

Reject the null hypothesis if $-2.021 > T - test$; or $T - test > 2.021$

Eger - de $T - test$ netijesi -2.021 kiçi ýa - da 2.021 - den uly bolan ýagdaýynda, onda “ilkinji gipotezamyzyň dogrulygy kabul edip bilemzok” ýagny, hakykatdan - da Alyjylaryň Baha indeksindäki oýnamalar kärhanalaryň baha indeksi üçin ähmiýetli we täsiri bar! **Intercept, üýtgemeýän görkezijiniň $T - testi$ we galan hasabatlaryna üns berilenokdyr!**

P - value: kafisentleriň nädogry bolma ähtimallygyny görkezýär (sary reňkde, Şekil - 16). Görşüňiz ýaly, ekonometrik modelimiziň $\hat{\beta}_2$ kafisentiniň nädogry bolma ähtimally 0.00000000000000789 deň! Bu şuny aňladýar: $\hat{\beta}_2$ kafisentiniň nädogry bolma ähtimallygy “10 milýardda bir” - denem kiçi!

Hakyky kafisentleri tapmak mümkin däldir! Hakyky kafisentleri tapmak diýmek, görkezijileriň arasyndaky gatnaşygy/baglanyşygy matematiki usul bilen kemsiz görkezip bolýar diýmegi aňladardy, bu bolsa, töwegelçilgiň düýbi bilen dolulygyna bazar ykdysadyýetinden aýrylmagyny aňladardy. Islendik görkezijiler arasyndaky baglanyşygy matematiki usulda birkemsiz görkezmek diýmek - töwegelçiligiň ýitmegi diýmekdir! Bu bolsa düýbünden ýalňysdyr! Şonuň üçinem, ähli ekonometriki we ykdysady modeller kemçiliklidir, ýalňyslyklary bardyr! Ykdysadçylaryň işi bu modelleriň arasynda iň az ýalňyslygy bolany saýlap almakdyr! OLS usuly bilen emele gelen ekonometriki modelimiziň kafisentleri “hakyky” kafisentler däldir, şonuň üçinem bulara “fitted - tapylan” kafisentler diýilýär. Regressiýa netijenamada (Şekil - 16) **Lower 95% we Upper 95%** (ýaşyl reňkde) görkezijiler şuny aňladýar (mysal üçin $\hat{\beta}_2$): **95% ähtimallyk bilen hakyky kafisent 42.22 bilen 58.37 aralygynda⁹!** Ýagny, biziň modelimizdäki $\hat{\beta}_2 = 50.297$ aslynda “fitted - tapylan) kafisent, yöne “hakyky” kafisent 95% ähtimallyk bilen şu sanlaryň arasynda, ýagny:

$$42.22 < \beta_2 < 58.37$$

Mundan başga - da EXCEL/DATA ANALYSIS programmasy arkaly:ekonometriki modelimizdäki görkezijileriň *correlation*¹⁰, *covariance*¹¹ we *Jarque - Bera test of normality* hasabatlaryny hem tapyp bolýar!

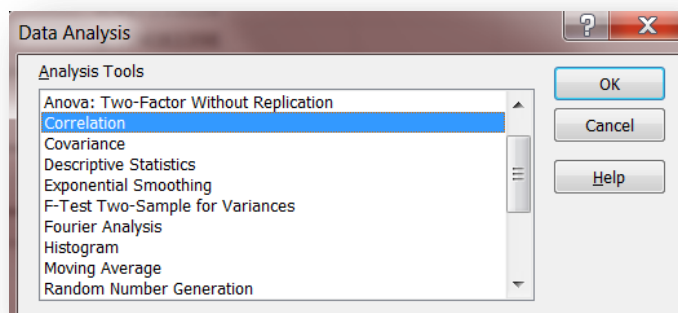
⁹ Lower bound - aşaky çäk, Upper bound - ýokarky çäk

¹⁰ Bir - birine baglylyk

¹¹ Bir - birinden tapawutlylyk

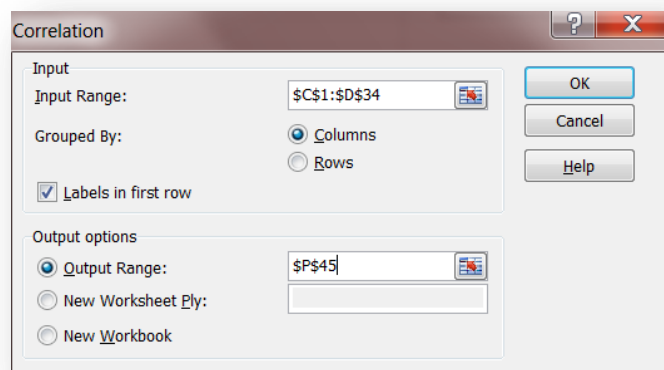
Bagly görkeziji bilen garaşsyz görkezijiniň arasyndaky baglylygyň güýjüni tapmak üçin, ekonometrikada **correlation** hasabaty ulanylýar. Muny EXCEL arkaly tapmak üçin DATA ANALYSIS girýäňiz we şol ýerden *CORRELATION* belläp OK düwmejige basýaňyz (Şekil - 19).

Şekil - 19



Açylan penjirejige bagly we garaşsyz görkezijiniň statistiki maglumatyny görkezýäňiz (islendik iki görkeziji arasyndaky baglylygyň güýjüni tapmak üçin ulanylyp biler) we hasabatyň çykmaly ýerini görkezýäňiz we OK düwmejige basýaňyz (Şekil - 20).

Şekil - 20



Çykan hasabat matematiki matrix görnüşinde bolar, ýagny 2*2 matrisa görnüşinde. Bu sanlaryň diňe çep aşaky tarapdaky san biziň üçin gerekli we şol san iki görkezijiniň arasyndaky baglanyşygyň güýjüni görkezýär (0.91593). Birinjilik bilen - şol sanyň belgisiniň oňaýly (+) ýa - da oňaýsyz bolmagy (-), şol iki görkeziji arasyndaky gatnaşygyň ugruny görkezýär. Biziň hasabatymyza (Şekil - 21) Paýnamalaryň baha indeksi bilen alyjylaryň baha indeksi arasyndaky gatnaşyk oňaýly (0.91593)! Ikinjilik bilen - şol sanyň näçe

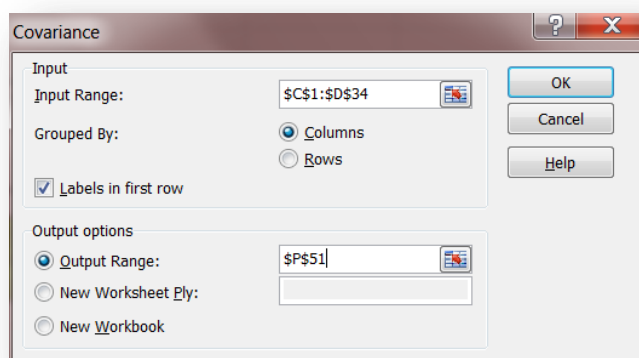
nola (0) ýakyn san bolmagy, iki görkeziji arasyndaky baglylygyň güýjüniň pesdigi görkezzer. Tersine, şol sanyň näçe 1 - e ýakyn bolmagy bolsa, şol görkezijileriň arasyndaky baglylygyň güýjüniň örän ýokarydygyny görkezzer. Ekonometriki dil bilen aýdanymyzda, Alyjylaryň baha indeksindäki oýnamalaryň kärhanalaryň paýnamalarynyň indeksine täsiri gaty güýçli deger/bolar!

Şekil - 21

	NYSE (Y)	CPI (X)
NYSE (Y)	1	
CPI (X)	0.91593	1

Covariance hasabaty hem DATA ANALYSIS girmek, COVARIANCE belläp OK düwmejige basmak we açylan penjirejige iki görkezijiniň maglumatlaryny salyp OK düwmejige basmak arkaly alynýar (Şekil - 22)

Şekil - 22



Çykan hasabat ýenede matrisa görnüşinde bolar we biziň üçin diňe **çep aşaky maglumat gerekli bolar (99316.6)**. Bu sanyň diňe oňaly we oňaysyz belgisi gerekli bolar biziň üçin: oňaly bolmagy iki görkeziji arasynda oňaly gatnaşyk bardygyny, oňaysyz bolmagy bolsa oňaysyz gatnaşyk bardygyny görkezzer (Şekil - 23)!

Şekil - 23

	NYSE (Y)	CPI (X)
NYSE (Y)	5954460	
CPI (X)	99316.6	1974.59

Jarque - Bera test of normality ýa - da ýöne *Jarque - Bera test (JB test)* hasabaty ekonometrikada berilen maglumatlaryň “normally distributed around its mean” ýagny “berilen maglumatyň adatylyk şertini” aňladýar. Muny başgaça aýdanymyzda, berilen maglumatlaryň arsynda uly tapawutlar bolmaly däl! Mysal üçin ykdysadyýetiň göwrümi Jemi Içerki Önüm bilen ölçelýär, we Jemi Içerki Önüm ýyl - ýyldan şeýle gitsin: 100, 110, 123, 140, 152, 250, 760, 320, 100, 110. Bu berilen maglumatlara laýyklykda 5 -nji ýyldan soň, Jemi Içerki Önüm örän üýtgeşik böküşler we çöküşler bilen ýöreýär. Bu ýagdaý biziň ekonometriki seljerişimize uly päsgelçilik döreder sebäbi bu çäýkanmalar “normality assumption” bozar, ýagny, statistiki maglumatlaryň “adatylyk şerti” bozar¹². Ýagny, sanlardaky üýtgeşik oýnamalar bolup geçen “adatdan daşary ýagdaýy” aňladar, bu bolsa biziň seljerişimize uly näsgelçilikler döredip, ekonometriki modelimiziň ýalňyslyk derejesiniň artmagy getirer. Ýokarda, Jemi Içerki Önümimiziň 5 -nji ýyldan soň örän ýokary derejede artmagy, diýmek 6 -njy we 7 -nji ýyllarda şol ykdysadyýetde “adatdan daşary ýagdaýlaryň” bolandygyny alamatlandyrýar. Bu ýyllar, ykdysadyýetiň adaty akysyndan tapawutly ýyllar sonuň üçinem, bu ýyllaryň biziň ekonometriki modelimiziň çaklama güýjüne uly täsir eder we ýalňyslygyny artdyrar. Ekonometrikada maglumatlaryň (data) “adatylyk ýa - da dälmi” (normally distributed or not) muny barlamak üçin ekonometriki modelimiziň “ýalňyslyklaryny” (residuals) Jarque - Bera test - den geçirilýär. Jarque - Bera test - i amala aşyrmak üçin bolsa, Skewness¹³ we Kurtosis¹⁴ hasabatlary gereklidir!

Jarque - Bera “adatylyk” testi amala aşyrmak üçin:

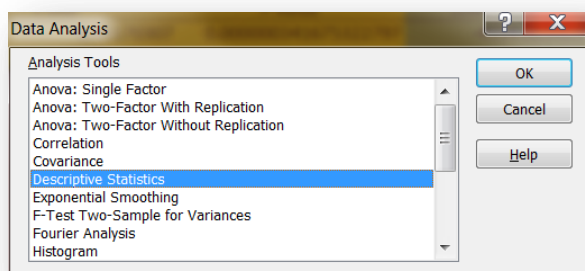
1. Ekonometriki modeliňiziň ýalňyslyklaryny tapyň (residuals)
2. DATA ANALYSIS giriň we DESCRIPTIVE STATISTICS belläň we OK düwmejige basyň (Şekil - 24)

Şekil - 24

¹²Normality assumption - adatylyk şerti

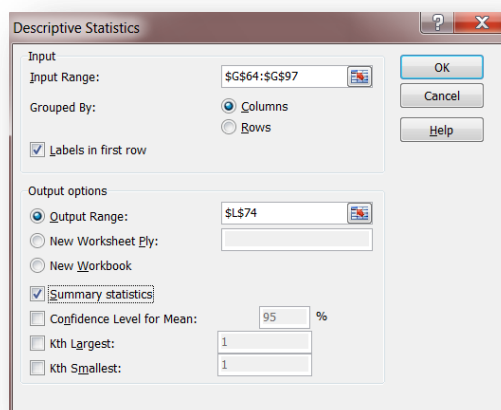
¹³Skewness - egrilik, gysyklyk

¹⁴Kurtosis - maglumatlaryň ortaça belginiň töwereginde deň derejede seçelenme synagynyň ady



3. Penjiregiye gerekli maglumaty salýarys (diňe residuals sütüni salmaly, ýalňyşlyklaryň sütünini Şekil - 15 - daki residuals sütüni ulanyldy) we hasabatyň çykjak öýjügin belleýäris (Şekil - 25) we OK düwmejige basýarys:

Şekil - 25



4. Çykan hasabatda “ýalňyşlyklar (residuals)” barada ähli gerekli maglumatlaryň bardygyny görersiňiz, şol bir badad Skewness we Kurtoises hasabaty (Şekil - 26):

Şekil - 26

Residuals	
Mean	3.03165E-13
Standard Error	173.1252659
Median	-344.4027209
Mode	#N/A
Standard Deviation	994.5289356
Sample Variance	989087.8038
Kurtosis	-1.40662991
Skewness	0.306364554
Range	2985.099976
Minimum	-1322.031792
Maximum	1663.068184
Sum	1.00044E-11
Count	33

5. Skewness hasabaty nola (0) näçe ýakyn bolan ýagdaýynda, ekonometriki modelimiziň ähtimallyk gurluşynda gysarma ýok diýmegi aňladar. (Gysgaça aýdanymyzda adatdan daşary ýagdaý ýok). Şol bir wagtda Kurtoises testiniň hasabaty hem 3 - e ýakyn bolmaly, ynha şonda, ekonometriki modelimiziň ýalňyşlyklarynyň deň agramlylykda paýlanandygyny aňladar. Çykan hasabatdan Skewness (0.306) we Kurtoises (-1.4) hasabatyny alyp, Jarque - Bera testiniň formulasyna oturtmaly, ýagny:

$$Jarque - Bera test = n * \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right]$$

n = maglumat sany; S = Skewness; K = Kurtoises

Onda:

$$Jarque - Bera test = 33 * \left[\frac{(0.306)^2}{6} + \frac{(-1.4 - 3)^2}{24} \right] = 27.2$$

Eger - de maglumatymyz “iňňän adaty” (perfectly normally distributed) bolsady, onda Jarque - Bera testiniň netijesi nol (0) bolardy! Kärhanalaryň paýnamalarynyň bahasynyň indeksi we alyjylaryň baha indeksi ekonometriki modelimiziň ýalňyşlyklarynyň “iňňän adaty” däldigini Skewness we Kurtoises hasabatyndan belli, hem - de Jarque - Bera testiň netijesinden (27.2). Bu ekonometriki modelimizde maglumatlar “iňňän adaty” däl, ýöne edil “adaty däl” hem diýip bolanok! Aslynda, ýalňyşlygymyzyň Jarque - Bera testiniň noldan (0) uzagrakda çykmagy biziň OLS usuly bilen tapan kafisentlerimizi “ýalňyşdygyny” alamatlandyranok! Jarque - Bera testiniň noldan (0) uzakda çykany bilenem biziň OLS usuly bilen tapan kafisentlerimizi “iň dogrydyr” (BLUE)!¹⁵

Aşakda (Şekil - 27) Altynyň bahasyny Alyjylaryň Baha indeksine regressiýasynyň netijenamasy berilen (doly maglumat Şekil - 1). Gysgaça, ykdysadçy 1974 - 2006 ýyllar aralygynda ABŞ - da altynyň bahasynyň oýnamagyna inflýasiýanyň (umumy bahalaryň, Alyjylaryň baha indeksini ulanýar) täsiri boldumy ýa - da ýok şony seljermek maksat edinýär. Regressiýanyň netijenamasy esasynda aşakdaky seljeriş metijä gelse bolar, ýagny:

¹⁵ BLUE - Best Least Unbiased Estimators

Şekil - 27

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.417233026							
R Square	0.174083398							
Adjusted R Square	0.147440927							
Standard Error	102.6774955							
Observations	33							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	68886.3839	68886.3839	6.534056	0.01570344			
Residual	31	326822.711	10542.66809					
Total	32	395709.095						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	216.8936699	54.2597197	3.997323822	0.000368	106.230242	327.557098	106.230242	327.5570977
CPI	1.028183696	0.40223447	2.556179967	0.015703	0.20782108	1.84854631	0.20782108	1.848546308
RESIDUAL OUTPUT								
<i>Observation</i>	<i>Predicted Gold Price</i>	<i>Residuals</i>						
1	267.5831261	-108.32313						
2	272.2099528	-111.18995						
3	275.3973222	-150.55732						
4	279.2016019	-121.4916						
5	283.9312469	-90.711247						
6	291.5398062	15.1401938						
7	301.6160065	310.943994						
8	310.3555679	149.674432						
9	316.1133966	59.5566034						
10	319.300766	105.049234						
11	323.7219559	36.7580441						
12	327.5262356	-10.266236						
13	329.582603	38.077397						
14	333.6953378	112.764662						
15	338.5278012	98.4121988						
16	344.3884482	37.0515518						
17	351.277279	32.232721						
18	356.9322893	5.17771069						
19	361.1478425	-17.327842						
20	365.466214	-5.696214						
21	369.2704937	14.7295063						
22	373.5888652	10.5811348						
23	378.2156918	9.55430818						
24	381.9171531	-50.897153						
25	384.4876124	-90.247612						
26	388.1890737	-109.30907						
27	393.9469024	-114.8369						
28	398.9850025	-124.945						
29	401.8639168	-92.133917						
30	406.07947	-42.69947						
31	411.1175701	-1.3975701						
32	417.6979458	27.0420542						
33	424.175503	179.284497						

1. OLS usuly bilen tapan ekonometriki modelimiz:

$$\widehat{Gold\ Price}_t = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2(CPI)_t + u_t$$

$$\widehat{Gold\ Price}_t = 216.89 + 1.028(CPI)_t$$

1974 - 2006 - njy ýyllar arasynda ABŞ - da altynyň bahasy bilen alyjylaryň baha indeksi arasynda oňaýly gatnaşyk boludyr. Alyjylaryň baha indeksiniň 1 - indeks ýokarlanmagy, altynyň bahasynyň (1 ounce of gold) 1 USD gymmatlamagyna getiripdir!¹⁶

2. $R^2=0.174$ diýmek: 1974 - 2006 - njy ýyllar aralygynda ABŞ - da altynyň bahasyndaky oýnamalaryň 17% sebäbi inflýasiýadyr (alyjylaryň baha indeksindäki oýnamalardyr)!

3. Ekonometriki modeliň ESS = 68886, RSS = 326822, TSS = 395709

4. Standard Error = 102.67 diýmek: Ekonometriki modelimiziň altynyň bahasyny çaklamasynda ortaça -102.67 ýa - da +102.76 USD ýalňyslyk bolmagyna garaşmaly! Mysal üçin 2007 - nji ýylda Alyjylaryň baha indeksi 210 bolan ýagdaýynda, ekonometriki modelimiziň çaklamasyna laýyklykda altynyň bahasy 432.8 USD bolmagyna garaşylýar. Ýagny:

$$\widehat{Gold\ Price}_t = 216.89 + 1.028(CPI)_t$$

$$\widehat{Gold\ Price}_t = 216.89 + 1.028 * 210 = 432.8 \text{ USD/ounce}$$

Ýöne, biziň çaklamamyzyň ýalňyslygy 102.67 USD deň, onda, 2007 - nji ýylda altynyň bahasy $(432.8 - 102.67) 330 \text{ USD} < \text{altyn baha} < (432.8 + 102.67) 535 \text{ USD}$ aralygynda bolar!ýagny:

5. Alyjylaryň baha indeksiniň T - test hasabaty 2.55 diýmek: 1974 - 2006 - njy ýyllar arasynda altynyň bahasynyň oýnamagynda inflýasiýanyň ähmiýetli orny bardyr (significant). $df_2 = 31$ bolan ekonometriki modeliň 95% ähtimallyk bilen islendik garaşsyz görkezijisiniň bagly görkezijisi üçin ähtimallygyny subut etmek üçin T - test netijesi şu aralykda bolmaly däl, ýagny:

$$-2.021 < T - test < 2.021$$

¹⁶ $\hat{\beta}_1$ -kafisentiniň ekonometriki seljerilişi geçirilenok!

Regressiýamyzdaky $\hat{\beta}_2$ kafisentimiziň T - test netijesi, 2.55, munyň daşynda! Diýmek, $\hat{\beta}_2$ kafisentimiz bagly görkeziji üçin ähmiýetli!

6. OLS usuly bilen tapan $\hat{\beta}_2$ kafisentimiziň “nädogry” bolma ähtimally 1.5% (P - value = 0.015 ýagny göterimde bu 1.5% aňladýar).
7. F - test hasabaty = 6.5 diýmek: Garaşsyz görkezijileriň bagly görkeziji üçin ähmiýetli hasap edilmegi üçin F - test hasabaty numeratory = 1 we denominatory 31 üçin 95% ähtimallyk bilen 4.08 geçmelidi, regressiýamyzdaky F - test hasabaty 6.5 boldy, bu, garaşsyz görkezijileriň bagly görkeziji üçin ähmiýetlidigini aňladýar.
8. Lower 95% = 0.2078 we Upper 95% = 1.848 diýmek: 95% ähtimallyk bilen, hakyky β_2 0.2078 bilen 1.848 aralygynda!
9. Ekonometriki modelimiziň ýalňyşlyklarynyň Skewness = 0.9, Kurtosis = 1.42 (Şekil - 28) we Jarque - Bera testiniň netijesi = 7.9 ýagny: ýalňyşlyklarymyzyň “adatylyk” ýagdaýy gowy, ýagny, maglumatlarymyzyň adatdan daşary ýagdaýy ýok!

Şekil - 28

Residuals	
Mean	4.13407E-14
Standard Error	17.59236207
Median	5.177710685
Mode	#N/A
Standard Deviation	101.060426
Sample Variance	10213.20971
Kurtosis	1.424216768
Skewness	0.904135285
Range	461.5013158
Minimum	-150.5573222
Maximum	310.9439935
Sum	1.36424E-12
Count	33

Exercise 5.9¹⁷: 1985 - nji ýylda ABŞ - yň 50 welaýatynda we 1 - Kolumbiýa awtonom etrabyndaky (jemi 51 maglumat Şekil - 29) mekdeplerinde mugallymlaryň ortaça aýlygy (ýyllyk hasaplanylýar) (Pay) bilen jemi şol ýeriň ilatynyň

¹⁷ Basic Econometrics, Damodar N. Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 137, Exercise 5.9

ýyllyk mekdep üçin çykdajylarynyň (Spend) arasynda baglanyşygyny ekonometriki seljeriş etmek isleýän ýkdysadçy şu ekonometrik modeli saýlap alýar:

$$\widehat{Pay}_t = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2(Spend)_t + u_t$$

Şekil - 29

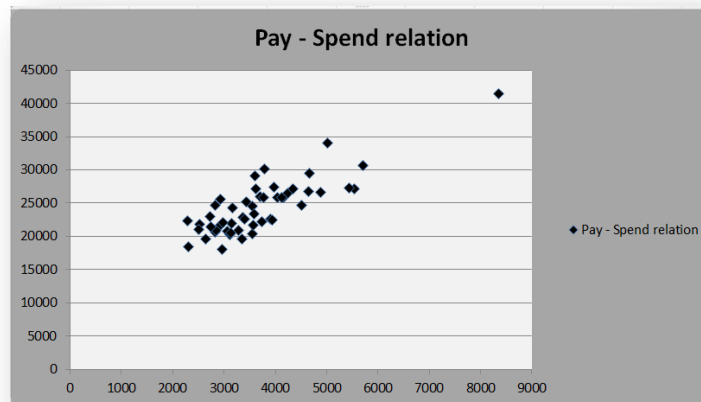
TABLE 5.5
Average Salary and Per Pupil Spending (dollars), 1985

Source: National Education Association, as reported by *Albuquerque Tribune*, Nov. 7, 1986.

Observation	Salary	Spending	Observation	Salary	Spending
1	19,583	3346	27	22,795	3366
2	20,263	3114	28	21,570	2920
3	20,325	3554	29	22,080	2980
4	26,800	4642	30	22,250	3731
5	29,470	4669	31	20,940	2853
6	26,610	4888	32	21,800	2533
7	30,678	5710	33	22,934	2729
8	27,170	5536	34	18,443	2305
9	25,853	4168	35	19,538	2642
10	24,500	3547	36	20,460	3124
11	24,274	3159	37	21,419	2752
12	27,170	3621	38	25,160	3429
13	30,168	3782	39	22,482	3947
14	26,525	4247	40	20,969	2509
15	27,360	3982	41	27,224	5440
16	21,690	3568	42	25,892	4042
17	21,974	3155	43	22,644	3402
18	20,816	3059	44	24,640	2829
19	18,095	2967	45	22,341	2297
20	20,939	3285	46	25,610	2932
21	22,644	3914	47	26,015	3705
22	24,624	4517	48	25,788	4123
23	27,186	4349	49	29,132	3608
24	33,990	5020	50	41,480	8349
25	23,382	3594	51	25,845	3766
26	20,627	2821			

a) EXCEL - de ilki bilen Mugallymlaryň aýlygy (Y) bilen Ýyllyk mekdebe çykdajyny (X) SCATTERPLOT edip iki görkezijiniň arasynda oňaly gatnaşygyň barlygyny göreliň (Şekil - 30).

Şekil - 30



- b) Regressiýa netijenamasy aşakda (Şekil - 31) berilen: Regressiýa netijenamasyňa laýyklykda ekonometriki modelimiz:

$$\widehat{Pay}_t = 12129.37 + 3.3(Spend)_t$$

Ýagny, 1985 - nji ýylda jemlenen statistiki maglumata laýyklykda, ABŞ - da ilatyň mekdebe ýyllyk çykajysyny 1 USD artdyrmagy, mugallymlaryň ortaça aýlygynyň 3.3 USD ýokarlanmagyna getirýär. Mugallymlarynyň aýlyklaryndaky üýtgeşmeleriň 69% sebäbi ilatyň mekdebe çykajysy bolup durýar ($R^2 = 0.69$). Ekonometriki modeliň Mugallymlaryň aýlygyny çaklama ýalňyşlygy ± 2324 USD (Standard Error = 2324 USD). Modelimiziň ESS = 608555014.6; RSS = 264825250; TSS = 873380264.6. Garaşsyz görkeziji bolan ilatyň mekdebe ýyllyk çykajysy mugallymlaryň aýlygyny kesgitlemekde/täsir etmekde ähmiýetli ýeri eýelýär (T - test = 10.6). Garaşsyz görkezijiniň ähmiýetlidigini F - test = 112.5 hem tassyklaýar (Garaşsyz görkezijiler bagly görkezijä ähmiýetli bolmagy üçin F - test numerator 1, denominator 50 - ä deň bolan ekonometrik modeller üçin 95% ähtimallyk bilen 4 - den uly bolmaly!).

- c) Regressiýa, ykdysady düşüňjä dolulygyna laýyk gelýär, bu regressiýa laýyklykda: Ilat jemgyýetçilik mekdeplerine çykajysyny artdyrdygyça mugallymlaryň aýlygynyň ýokarlanmagynyň esasy sebäbi, çykajylaryň belli bir böleginiň ilatyň çekmekligi sebäpli býujetden mugallymlaryň aýlygyna has köpräk puluň geçirilmegi bolmagydyr! Ýagny, býujetiň belli bir çykajysyny ilatyň özi çekýänligi üçin, hökümet artyk galan pullary mugallymlaryň aýlygyna geçirip biler.

- d) Ilkinji gipotezamyzyň $H_0=3$ (3 - e deň bolma pikirini) dogrulygyny kabul etmän bilemzok (ýagny $\hat{\beta}_2=3$ bolup bilýär) sebäbi T - testimiziň netijesi = **0.98** çykdy, ýagny:

Ilkinji gipotezamyzyň dogrulygyny kabul etmän bilemzok: $-2 < T - test < 2$

Ilkinji gipotezany kabul edemzok: $-2 > T - test$; ýa - da $T - test > 2$

$$T - test = \frac{\hat{\beta}_2 - H_0}{\text{standard error of } (\hat{\beta}_2)} = \frac{3.3 - 3}{0.3117} = \mathbf{0.98}$$

- e) Ilatyň mekdebe ýyllyk çykajysynyň 5000 USD bolanda mugallymlaryň aýlyklarynyň çaklamasy takmynan 28667 USD bolar, ýagny:

$$\widehat{Pay}_t = 12129.37 + 3.3(Spend)_t$$

$$\widehat{Pay}_t = 12129.37 + 3.3 * 5000 = 28667 \text{ USD}$$

Modelimiziň çaklama ýalňyşlygy (Standard Error) = 2324 USD bolany üçin, hakyky (Y), mugallymlaryň ýyllyk aýlygy 26343 USD < Y < 30992 USD aralygynda bolma ähtimallygy 69%!

Şekil - 31

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.834734254							
R Square	0.696781275							
Adjusted R Square	0.690593138							
Standard Error	2324.778901							
Observations	51							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	608555014.6	608555014.6	112.5995188	2.7069E-14			
Residual	49	264825250	5404596.939					
Total	50	873380264.6						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	12129.37102	1197.350804	10.13017319	1.30813E-13	9723.20449	14535.5375	9723.20449	14535.53755
Spending (X)	3.307585004	0.311704267	10.61129204	2.70687E-14	2.68119183	3.93397818	2.68119183	3.933978179

f) Ýalňyşlyklaryň “adatylygyny” Jarque - Bera testi bilen subut edip bolar. Munyň üçin bolsa, ilki bilen ýalňyşlyklarymyzyň (residuals) Skewness we Kurtoises hasaby gerekli. Muny tapmak üçin DATA ANALYSIS/DESCRIPTIVE STATISTICS arkaly tapylar (Şekil - 32). Ýagny:

Şekil - 32

Residuals	
Mean	-2.13999E-13
Standard Error	322.2623764
Median	-217.5192306
Mode	#N/A
Standard Deviation	2301.413696
Sample Variance	5296505
Kurtosis	-0.085183467
Skewness	0.514379827
Range	9377.318222
Minimum	-3847.975726
Maximum	5529.342496
Sum	-1.09139E-11
Count	51

Ýokarda (Şekil - 32) görnüşi ýaly ýalňyşlyklaryň Skewness = 0.51 we Kurtoises = - 0.085, onda Jarque - Bera test netijesi:

$$Jarque - Bera test = n * \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right]$$

$$Jarque - Bera test = 51 * \left[\frac{(0.51)^2}{6} + \frac{(-0.085 - 3)^2}{24} \right] = 22.48$$

“Birkemsiz adaty” Jarque - Bera testiň netijesi = 0 bolardy, görşüňiz ýaly bu modelimiziň testi maglumatlarymyzda azrak “adatdan daşary” ýagdaýlaryň bardygy görünýär!

Exercise 5.19¹⁸: 1980 - 2006 - njy ýyllar arasynda ABŞ - da Alyjylaryň Baha Indeks (CPI) we Lomaý Baha Indeksi (WPI) berilen (Şekil - 33).

Şekil - 33

TABLE 5.10

**CPI and PPI, USA,
1980–2006**

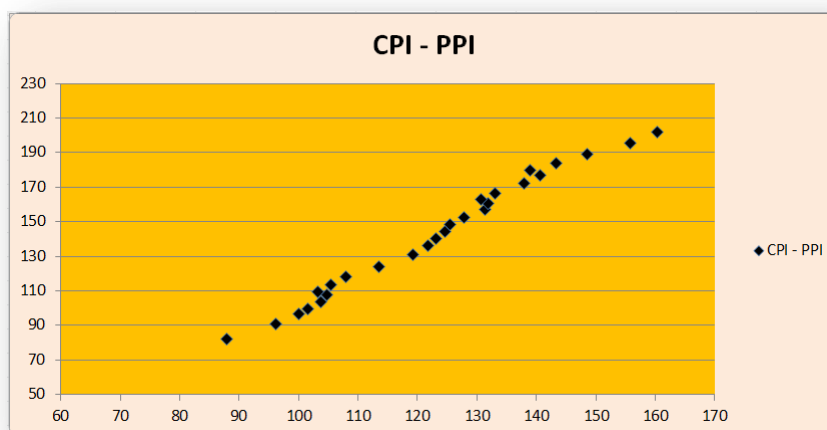
Source: *Economic Report of the
President*, 2007, Tables B-62
and B-65.

	CPI Total	PPI (Total Finished Goods)
1980	82.4	88.0
1981	90.9	96.1
1982	96.5	100.0
1983	99.6	101.6
1984	103.9	103.7
1985	107.6	104.7
1986	109.6	103.2
1987	113.6	105.4
1988	118.3	108.0
1989	124.0	113.6
1990	130.7	119.2
1991	136.2	121.7
1992	140.3	123.2
1993	144.5	124.7
1994	148.2	125.5
1995	152.4	127.9
1996	156.9	131.3
1997	160.5	131.8
1998	163.0	130.7
1999	166.6	133.0
2000	172.2	138.0
2001	177.1	140.7
2002	179.9	138.9
2003	184.0	143.3
2004	188.9	148.5
2005	195.3	155.7
2006	201.6	160.3

¹⁸ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 141, Exercise 5.19

- a) Regressiýa başlamazdan öň, iki görkezijini EXCEL - de scatterplot edeliň: CPI (Y) we WPI (X). Aşakda (Şekil - 34) görşüňiz ýaly iki görkeziji arasynda oňaýly gatnaşyk (positive correlation) bar (birisiniň ösmegi beýlekisiniň hem ösmegine getirýär).

Şekil - 34



- b) Alyjylar harytlaryny bölekleyin satylýan dükanlardan/telekeçilerden alýarlar. Bölekleyin söwda edýän telekeçiler we dükanlar bolsa harytlaryny lomaý satýan telekeçilerden alýarlar. Lomaý bahalaryň galmagy, bölekleyin satuwyň hem bahalarynyň galmagyna getirer. Şonuň üçin, CPI bagly görkeziji, WPI bolsa garaşsyz görkeziji bolar.

- c) Aöakda (Şekil - 35) regressiýa netijenama görkezilen.

Şekil - 35

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.992695368							
R Square	0.985444094							
Adjusted R Square	0.984861858							
Standard Error	4.266824029							
Observations	27							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	30813.58495	30813.5849	1692.516	1.7361E-24			
Residual	25	455.1446823	18.2057873					
Total	26	31268.72963						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-81.01611131	5.492246036	-14.750998	7.65E-14	-92.3276038	-69.7046189	-92.32760377	-69.70461886
PPI	1.817619853	0.044181115	41.1401984	1.74E-24	1.72662714	1.908612563	1.726627142	1.908612563

Regressiýa laýyklykda ekonometriki modelimiz:

$$\widehat{CPI}_t = -81 + 1.81(PPI)_t$$

Lomaý baha indeksiniň 1 indeks ýokarlanmagy, bölekleyin baha indeksiniň 1.81 indeks ýokarlanmagyna getirýär. Bölekleyin bahalaryň takmynan 99% - i lomaý bahalara bagly! ($R^2=0.985$). F - testiň ($1692 > 4.23$) we T - testiň ($41.14 > 2.056$) hasabatlaryna laýyklykda lomaý bahalar, bölekleyin satuw bahalaryny kesgitlemek üçin örän ähmiýetli görkeziji. ESS = 30813.58; RSS = 455.14; TSS = 31268.73. Ekonometriki modelimiziň CPI çaklama ýalňyslygy (CPI prediction error) ± 4.26 (Standard Error). Iki görkeziji arasyndaky CORRELATION, baglanyşygyň güýjüni, DATA ANALYSIS/CORRELATION arkaly hem bilip bolýar (0.99, ýagny 1 - e - 1 gatnaşyk bar), ýagny (Şekil - 36):

Şekil - 36

	CPI	PPI
CPI	1	
PPI	0.992695368	1

d) Skewness, Kurtosis (Şekil - 37) we Jarque - Bera testi (13.4) netijelerine laýyklykda ekonometriki modelimiziň ýalňyslyklaryň “ujypsyz derejede adatdan daşary” ýagdaýy bar (adaty diýsek ýalňys bolmaz).

Şekil - 37

Residuals	
Mean	-7.89492E-15
Standard Error	0.805204476
Median	-0.000436826
Mode	#N/A
Standard Deviation	4.183965189
Sample Variance	17.5055647
Kurtosis	-0.45265638
Skewness	-0.034006667
Range	17.19706485
Minimum	-8.748351089
Maximum	8.448713761
Sum	-2.13163E-13
Count	27

$$Jarque - Bera test = n * \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right] = 27 * \left[\frac{(-0.034)^2}{6} + \frac{(-0.45 - 3)^2}{24} \right] = 13.4$$

4 - NJI BÖLÜM.REGRESSIYA 2

Ýekeje garaşsyz görkezijisi bolan modelleriň regressiýasyny geçen bölümde gördük. Garaşsyz görkezijisi köp bolan ekonometriki modelleriň seljerişi hem edil geçen bölümde görkezilen ýaly edilýär. Ýöne, garaşsyz görkezijisi birden köp bolan modelleriň seljerişini elde etmek örän wagt alyjy we çylşyrymly bolany üçin, biz diňe ýörite ekonometriki seljeriş programmalaryny ulanmaly bolarys. Ekonometriki seljeriş programmalary az däl: STATA, EVIEWS we beýlekiler. Bularyň iň arzany we ulanyşy iň aňsady EXCEL - iň DATA ANALYSIS programmaşygydyr. Ýokarda ähli seljerişimizi şol programmada etdik, we indiki seljerişleriň ählisi hem şonda dowam ederis. EXCEL - de garaşsyz görkezijileri köp bolan regressiýa amala aşyrylanda, garaşsyz görkezijileriňiziň arasynda “boş sütün” bolmaly däl, sebäbi penjirejige maglumaty salanyňyzda ähli garaşsyz görkezijileri birlikde salmaly bolýansyňyz. Eger bularyň arasynda boş sütün, ýa - da başga bir maglumatlar bar bolsa muny EXCEL regress etmeýär!

Exercise 7.17¹⁹: Wildcats - nebit ýa - da tebigy gaz ýatagyny gözleg we barlag üçin gazylýan çuňňur guýylara diýilýär. Aşakda (Şekil - 1) 1978 - nji ýylda ABŞ - yn mejlisine berlen hasabatdan alnan statistiki maglumatlar görkezilen:

- Y - açylan guýylaryň sany
- X₂ - 1 barrel nebitiň bahasy (USD, geçen döwür)
- X₃ - ortaça gündelik nebit önümçiligi (milliýon barrelde)
- X₄ - Jemi Içerki Önüm (milýard USD)
- X₅ - döwür (trend)

Soragda şu aşakdaky ekonometriki modeliň regressiýasyny talap edýärler, ýagny:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 \ln X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + \beta_5 X_{5t} + u_t$$

Eger üns beren bolsaňyz, X₃ (ortaça gündelik nebit önümçiligi), logarithm (natural logarithm) alnan. Ekonometriki modellerde görkezijileriň matematiki gurluşyny üýtgetmek tebigydyr! Sebäbi şeýtmek bilen, biz ekonometriki modelimiziň çaklama güýjüni artdyryarys we RSS kiçeldýäris. Logarithm alnan görkeziji, mundan beýläk “göterimde” aňladylar. Muny gelejek regressiýalardan has hem gowy düşünersiňiz. EXCEL - de islendik öýjükde görkezilen sanyň logarithmi almak mümkindir²⁰

¹⁹ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 219, Exercise 7.17

²⁰ EXCEL/FORMULAS

Şekil - 1

TABLE 7.7

Wildcat Activity

Source: Energy Information Administration, 1978 Report to Congress.

Thousands of Wildcats, (Y)	Per Barrel Price, Constant \$ (X ₂)	Domestic Output (millions of barrels per day) (X ₃)	GNP, Constant \$ Billions (X ₄)	Time (X ₅)
8.01	4.89	5.52	487.67	1948 = 1
9.06	4.83	5.05	490.59	1949 = 2
10.31	4.68	5.41	533.55	1950 = 3
11.76	4.42	6.16	576.57	1951 = 4
12.43	4.36	6.26	598.62	1952 = 5
13.31	4.55	6.34	621.77	1953 = 6
13.10	4.66	6.81	613.67	1954 = 7
14.94	4.54	7.15	654.80	1955 = 8
16.17	4.44	7.17	668.84	1956 = 9
14.71	4.75	6.71	681.02	1957 = 10
13.20	4.56	7.05	679.53	1958 = 11
13.19	4.29	7.04	720.53	1959 = 12
11.70	4.19	7.18	736.86	1960 = 13
10.99	4.17	7.33	755.34	1961 = 14
10.80	4.11	7.54	799.15	1962 = 15
10.66	4.04	7.61	830.70	1963 = 16
10.75	3.96	7.80	874.29	1964 = 17
9.47	3.85	8.30	925.86	1965 = 18
10.31	3.75	8.81	980.98	1966 = 19
8.88	3.69	8.66	1,007.72	1967 = 20
8.88	3.56	8.78	1,051.83	1968 = 21
9.70	3.56	9.18	1,078.76	1969 = 22
7.69	3.48	9.03	1,075.31	1970 = 23
6.92	3.53	9.00	1,107.48	1971 = 24
7.54	3.39	8.78	1,171.10	1972 = 25
7.47	3.68	8.38	1,234.97	1973 = 26
8.63	5.92	8.01	1,217.81	1974 = 27
9.21	6.03	7.78	1,202.36	1975 = 28
9.23	6.12	7.88	1,271.01	1976 = 29
9.96	6.05	7.88	1,332.67	1977 = 30
10.78	5.89	8.67	1,385.10	1978 = 31

a) Ekonometriki modeliň maksady, nebit guýylaryna talaby çykarmakdyr! (Estimate demand for wildcats). Ykdysadçy, bu ekonometriki modela arkaly, nebit guýylarynyň sanynyň artmagyna/azalmagyna haýsy faktorlaryň nä derejede täsir edýändigini tapmak isleýär.

b) Regressiýa laýyklykda ekonometriki modelimiz:

$$\hat{Y}_t = -37.18 + 2.77X_{2t} + 24.15\ln X_{3t} - 0.01X_{4t} - 0.21X_{5t}$$

F - testiň $(12.39 > 2.74)^{21}$ hasabatyna laýyklykda görkezijileriň umumy ähmiýetliligi bagly görkeziji üçin ýokary! T - testiň netijeleri boýunça X_4

²¹ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 884. Numerator = 4, Denominator = 26, 95% ähtimallyk bilen ähmiýetli bolmak üçin F - test > 2.74 bolmaly!

(Jemi İçerki Önüm, T - test = -1.4) we X_5 (Döwürler, T - test = -0.82)²² görkezijisleriniň, nebit guýylaryň talabynyň artmagyna ýa - da peselmegine täsiri yok (ähmiýetsiz görkezijiler). Ähmiýetli bolmanlygy üçin ekonometriki seljerişde bu görkezijiler ulanylanok! Ekonometriki modelimiz, nebit guýylarynyň sanynyň artmagy ýa - da azalmagy sebäpleriniň takmynan 65% garaşsyz görkezijileriniň düşündirip biljegini netijesinde ($R^2=0.65$). Regressiýa netijenamamyza laýyklykda: 1 barrel nebitiň bahasynyň 1 USD gymmatlamagy, guýylaryň sanynyň 2.77 ýokarlanmagyna getirer ($\hat{\beta}_2 = 2.77$); ortaça gündelik nebit önümçiliginiň 1% ýokarlanmagy, guýylaryň sanynyň 0.24 artmagyna getirer ($\hat{\beta}_3 = 24.1$); ESS = 109; RSS = 57; TSS = 166. Ekonometriki modelimiziň guýylaryň gurluşynyň sanynyň çaklama ýalňyşlygy (prediction error, standard error) ± 1.48 . Aşakda (Şekil - 2), soragda berilen ekonometriki modeliň regressiýasynyň netijenamasy görkezilen.

Şekil - 2

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.809899819							
R Square	0.655937716							
Adjusted R Squa	0.603005057							
Standard Error	1.484129934							
Observations	31							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	4	109.1799104	27.29498	12.39193	9.0208E-06			
Residual	26	57.26868319	2.202642					
Total	30	166.4485935						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-37.18600386	12.87742616	-2.88769	0.007717	-63.655932	-10.716075	-63.655932	-10.7160753
X2	2.77501206	0.570645876	4.862932	4.83E-05	1.60203266	3.94799146	1.60203266	3.947991457
lnX3	24.15213461	5.586753112	4.323108	0.0002	12.6683991	35.6358701	12.6683991	35.63587009
X4	-0.010842055	0.007575255	-1.43125	0.164271	-0.0264132	0.0047291	-0.0264132	0.004729104
X5	-0.213484592	0.259167494	-0.82373	0.417584	-0.746211	0.31924182	-0.746211	0.319241821

c) Nebitiň bahasy gymmatladygyça täze nebit guýylarynyň gurluşynyň artmagyna garaşardyk, regressiýamyzyň netijenamasy muny tassyklaýar! Nebit önümçiliginiň artmagy, guýylaryň sanynyň armtagyna getirerdi, regressiýa netijenama muny tassyklaýar! Aslynda, ykdysadyýetiň ösmegi energiýa talabynyň ösdürmeli, ýöne, regressiýamyzda ykdysadyýetiň ösmegi we ilerki döwürleriň, nebit guýylarynyň sanynyň armtagyna ýa - da peselmegine ähmiýeti yok diýip görkezýär. Munyň sebäbi şulardan biri bolup biler: 1) ykdysadyýetiň ösmegi bilen has arassa energiýa çeşmesine geçmeklik - ýel,

²² Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 879. Df=30 üçin, 95% ähtimallyk bilen görkeziji ähmiýetli bolmagy üçin T - test < -2.042 ýa - da T - test > 2.042 bolmaly!

gün, wodorod, we ş.m. 2) ABŞ - a nebitiň importunyň artmagy, ýerli nebit önümçiligini haýýallatmagy ýa - da düşürmegi 3) ilerki döwürlerde energiýany has tygşytly ulanmak tehnologiýasynyň ýokarlanmagy, nebitiň önümçilik mukdaryny artdyrmak, has köpräk energiýa almak.

- d) Regressiýamyza nebitiň we beýleki çeşmelerden energiýanyň ýerli önümçiligini we importuny (2 görkezijini) hökman goşmaly, sebäbi 1) ABŞ - da şol döwürlerde energiýa çeşmeleriniň üýtgame häsiýetini görmek üçin 2) nebite basdaş bolan tebigy gaz we beýleki energiýalaryň bahasyny hem regressiýa goşmaly (iň bolmanda tebigy gazynyň bahasyny) sebäbi bularyň bahalary, nebitiň talabyna gaty köp täsir edip bilýär.

Exercise 7.18²³: 1962 - 1981 ýyllary aralygynda AŞB - yň goranmak çykdajylarynyň (býujetden goranmak üçin çykdajylarynyň) haýsy faktoralaryň täsir edengigine ekonometriki seljeriş geçirmek üçin aşakdaky (Şekil - 3) statistiki maglumat we ekonometriki model teklipl edilýär:

Şekil - 3

TABLE 7.8
U.S. Defense Budget Outlays, 1962–1981

Source: These data were collected by Albert Lucchino from various government publications.

Year	Defense Budget Outlays (Y)	GNP (X ₂)	U.S. Military Sales/ Assistance (X ₃)	Aerospace Industry Sales (X ₄)	Conflicts 100,000+ (X ₅)
1962	51.1	560.3	0.6	16.0	0
1963	52.3	590.5	0.9	16.4	0
1964	53.6	632.4	1.1	16.7	0
1965	49.6	684.9	1.4	17.0	1
1966	56.8	749.9	1.6	20.2	1
1967	70.1	793.9	1.0	23.4	1
1968	80.5	865.0	0.8	25.6	1
1969	81.2	931.4	1.5	24.6	1
1970	80.3	992.7	1.0	24.8	1
1971	77.7	1,077.6	1.5	21.7	1
1972	78.3	1,185.9	2.95	21.5	1
1973	74.5	1,326.4	4.8	24.3	0
1974	77.8	1,434.2	10.3	26.8	0
1975	85.6	1,549.2	16.0	29.5	0
1976	89.4	1,718.0	14.7	30.4	0
1977	97.5	1,918.3	8.3	33.3	0
1978	105.2	2,163.9	11.0	38.0	0
1979	117.7	2,417.8	13.0	46.2	0
1980	135.9	2,633.1	15.3	57.6	0
1981	162.1	2,937.7	18.0	68.9	0

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + \beta_5 X_{5t} + u_t$$

²³ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 219, Exercise 7.18

Y - gorumak üçin çykdaýy (milýard USD)

X_2 - Jemi Içerki Önüm (milýard USD)

X_3 - ABS - yň beren harby ýardamy (milýard USD)

X_4 - ýerli harby önümçilik pudagynyň önümçiligi (milýard USD)

X_5 - 100,000 ABS esgeriniň goşulan halkara harby çaknyşyklary (1 - eger şol ýyl şeýle ýagdaý dörän bolsa, 0 - eger şol ýyl beýle ýagdaý döremedik bolsa)

a) Regressiýa laýyklykda ekonometriki modelimiz:

$$\hat{Y}_t = 19.44 + 0.018X_{2t} - 0.284X_{3t} + 1.34X_{4t} + 6.33X_{5t}$$

Regressiýa netijenama (Şekil - 4) laýyklykda: F - testiň (163.7 > 3.06)²⁴ hasabatyna laýyklykda görkezijileriň umumy ähmiýetliligi bagly görkeziji üçin ýokary! T - testiň netijeleri boýunça diňe X_3 (ABS - yň beren harby ýardamy, T - test = -0.62)²⁵ görkezijisiniň, býujetden gorumak çykdaýlarynyň artmagyna ýa - da peselmegine täsiri yok (ähmiýetsiz görkeziji). Ekonometriki modelimiz, ABS - yň býujetinden gorumak üçin çykdaýlarynyň artmagynyň ýa - da azalmagy sebäpleriniň takmynan 98% düşündirip bilýär ($R^2=0.977$). Regressiýa netijenamamyza laýyklykda: Jemi Içerki Önümiň 1 milýard USD artmagy, gorumak üçin çykdaýlaryň 18 milýon USD artmagyna getirýär ($\hat{\beta}_2 = 0.018$)²⁶. Ýerli harby önümçilik pudagynyň önümçiliginiň 1 milýard USD artmagy, gorumak üçin çykdaýlaryň 1.3 milýard USD artmagyna getirer ($\hat{\beta}_4 = 1.34$); 100,000 we ondan köp esger gerek bolan çaknyşyklaryň bolmagy, gorumak üçin çykdaýlaryň 6.3 milýard USD artmagyna getirer ($\hat{\beta}_5 = 6.33$); ESS = 15597; RSS = 357; TSS = 15954. Ekonometriki modelimiziň ABS - yň gorumak üçin çykdaýlaryny çaklama ýalňyslygy (prediction error, standard error) ± 4.88 milýard USD (Mysal üçin 1982 - nji ýylda $X_2=3100$, $X_4=70$, $X_5=0$ bolanda, çaklama ($\hat{Y}$) gorumak çykdaýy 169.44 milýard USD bolar. Ýöne, ekonometrik modelimiziň ýalňyslygy ± 4.88 milýard USD bolany üçin, 95% ähtimallyk bilen çaklama goranma çykdaýymyz (169.44 - 4.88) 164.56 < ($\hat{Y}$) < 174.32 (169.44 + 4.88) milýard USD aralygynda bolar)

b) Ykdysadyýetiň ösmegi, goranma çykdaýlarynyň artmagyna getirmeli sebäbi ykdysadyýetiň ösmegi netijesinde jemgyýet çykdaýlarynyň (public spending -

²⁴ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 882. Numerator = 4, Denominator = 15, 95% ähtimallyk bilen ähmiýetli bolmak üçin F - test > 3.06 bolmaly!

²⁵ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 879. Df=19 üçin, 95% ähtimallyk bilen görkeziji ähmiýetli bolmagy üçin T - test < -2.093 ýa - da T - test > 2.093 bolmaly!

²⁶ 0.018*1000,000,000=18,000,000

bilime, arassaçylyga, saglyga, we ş.m.) ählisi diýen ýaly artýar. Goranma çykdaýsý hem jemgyýet çykdaýylaryna girýändigini unutmaň. Ýerli harby pudagyň önümçiliginiň artmagy we iri çaknyşylaryň artmagy, goranma çykdaýsýnyň artmagyna getirmegi tebigydyr.

Şekil - 4

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.988740889							
R Square	0.977608546							
Adjusted R Square	0.971637492							
Standard Error	4.880186346							
Observations	20							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	4	15597.20472	3899.3012	163.724612	3.5186E-12			
Residual	15	357.2432816	23.816219					
Total	19	15954.448						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	19.44344703	3.406056368	5.7084924	4.1427E-05	12.1836097	26.7032843	12.18360973	26.70328433
(X2)	0.01805644	0.006410764	2.8165816	0.01301668	0.00439222	0.03172066	0.00439222	0.03172066
(X3)	-0.284219834	0.457280587	-0.621544	0.54357339	-1.2588903	0.69045067	-1.25889033	0.690450665
(X4)	1.343195188	0.259258	5.1809209	0.00011176	0.79059984	1.89579053	0.790599842	1.895790534
(X5)	6.331794174	3.029537572	2.09002	0.05406014	-0.1255123	12.7891007	-0.12551231	12.78910066

- c) ABŞ - yň geosyýasy bäsdeşleriniň (1962 - 1981 ýyllarda esasyly Hytaý we Sowet Soýuzy) goranma çykdaýylaryny hem regressiýa goşsak kem bolmazdy, sebäbi, bularyň ABŞ - a täsiri örän ýokary! Geosyýasy bäsdeşleriň goranma çykdaýylaryny artdyrmalary, dessine ABŞ - yň hem goranma çykdaýylaryny artdyrmagyna getirmegi gerekli bolardy.

EXERCISE 7.19²⁷: 1960 - 1982 ýyllar aralygynda ABŞ - da towuk etine talabyň ekonometriki seljerişini geçirmek üçin aşakdaky (Şekil - 5) statistiki maglumat berilen.

Y - adam başyna tükedilen towul eti (LB, pound)

X₂ - adam başyna düşýän girdeji (USD)

X₃ - towuk etiniň bahasy (cent/LB)²⁸

X₄ - doňuz etiniň bahasy (cent/LB)

X₅ - sygyr etiniň bahasy (cent/LB)

X₅ - sygyr we doňuz etiniň ortaça bahalary²⁹ (cent/LB)

²⁷ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 220, Exercise 7.19

²⁸ 1 USD = 100 cent

Şekil - 5

TABLE 7.9
Demand for Chicken in the U.S., 1960–1982

Source: Data on Y are from *Citibase* and on X_2 through X_6 are from the U.S. Department of Agriculture. I am indebted to Robert J. Fisher for collecting the data and for the statistical analysis.

Year	Y	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1960	27.8	397.5	42.2	50.7	78.3	65.8
1961	29.9	413.3	38.1	52.0	79.2	66.9
1962	29.8	439.2	40.3	54.0	79.2	67.8
1963	30.8	459.7	39.5	55.3	79.2	69.6
1964	31.2	492.9	37.3	54.7	77.4	68.7
1965	33.3	528.6	38.1	63.7	80.2	73.6
1966	35.6	560.3	39.3	69.8	80.4	76.3
1967	36.4	624.6	37.8	65.9	83.9	77.2
1968	36.7	666.4	38.4	64.5	85.5	78.1
1969	38.4	717.8	40.1	70.0	93.7	84.7
1970	40.4	768.2	38.6	73.2	106.1	93.3
1971	40.3	843.3	39.8	67.8	104.8	89.7
1972	41.8	911.6	39.7	79.1	114.0	100.7
1973	40.4	931.1	52.1	95.4	124.1	113.5
1974	40.7	1,021.5	48.9	94.2	127.6	115.3
1975	40.1	1,165.9	58.3	123.5	142.9	136.7
1976	42.7	1,349.6	57.9	129.9	143.6	139.2
1977	44.1	1,449.4	56.5	117.6	139.2	132.0
1978	46.7	1,575.5	63.7	130.9	165.5	132.1
1979	50.6	1,759.1	61.6	129.8	203.3	154.4
1980	50.1	1,994.2	58.9	128.0	219.6	174.9
1981	51.7	2,258.1	66.4	141.0	221.6	180.8
1982	52.9	2,478.7	70.4	168.2	232.6	189.4

Şu aşakdaky ekonometriki modelleriň haýsysynyň has dogry modeldigini barlamaly (Üns beriň! Ähli maglumaty ilki bilen logarithm şekline öwürmelisiňiz!):

1. $\ln Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 \ln X_{2t} + \alpha_3 \ln X_{3t} + u_t$ (Şekil - 6)
2. $\ln Y_t = \gamma_1 + \gamma_2 \ln X_{2t} + \gamma_3 \ln X_{3t} + \gamma_4 \ln X_{4t} + u_t$ (Şekil - 7)
3. $\ln Y_t = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \ln X_{2t} + \varepsilon_3 \ln X_{3t} + \varepsilon_4 \ln X_{5t} + u_t$ (Şekil - 8)
4. $\ln Y_t = \theta_1 + \theta_2 \ln X_{2t} + \theta_3 \ln X_{3t} + \theta_4 \ln X_{4t} + \theta_5 \ln X_{5t} + u_t$ (Şekil - 9)
5. $\ln Y_t = \beta_1 + \beta_2 \ln X_{2t} + \beta_3 \ln X_{3t} + \beta_4 \ln X_{6t} + u_t$ (Şekil - 10)

Şekil - 6

²⁹ [(Sygyr eti mukdary)*1 LB sygyr eti bahasy + (Doňuz eti mukdary)*1 LB doňuz etiniň bahasy]/Jemi sygyr eti we doňuz eti mukdary

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.989987094							
R Square	0.980074446							
Adjusted R Square	0.978081891							
Standard Error	0.02778253							
Observations	23							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	0.759315471	0.37965774	491.86811	9.86516E-18			
Residual	20	0.01543738	0.00077187					
Total	22	0.77475285						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	2.032819878	0.116182854	17.4967288	1.3639E-13	1.790466692	2.275173064	1.790466692	2.275173064
LnX2	0.451527594	0.024694752	18.2843539	5.9404E-14	0.400015244	0.503039945	0.400015244	0.503039945
LnX3	-0.372211672	0.063466014	-5.86473998	9.7581E-06	-0.50459946	-0.239823886	-0.504599458	-0.23982389

Şekil - 7

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.990711501							
R Square	0.981509278							
Adjusted R Square	0.97858969							
Standard Error	0.027458811							
Observations	23							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	0.76042711	0.2534757	336.180778	1.23106E-16			
Residual	19	0.01432574	0.00075399					
Total	22	0.77475285						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	2.125497754	0.137882084	15.4153294	3.4011E-12	1.836907234	2.414088273	1.836907234	2.414088273
LnX2	0.405924116	0.044791456	9.06253456	2.5072E-08	0.312174522	0.499673711	0.312174522	0.499673711
LnX3	-0.43882486	0.083332421	-5.26595595	4.4045E-05	-0.61324162	-0.264408097	-0.613241622	-0.2644081
LnX4	0.106655773	0.08783833	1.21422815	0.23953751	-0.07719197	0.290503511	-0.077191965	0.290503511

Şekil - 8

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.990015576							
R Square	0.98013084							
Adjusted R Square	0.976993604							
Standard Error	0.028463909							
Observations	23							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	0.759359162	0.25311972	312.418608	2.43583E-16			
Residual	19	0.015393688	0.00081019					
Total	22	0.77475285						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	2.039361783	0.122320439	16.6722896	8.4579E-13	1.783342162	2.295381404	1.783342162	2.295381404
LnX2	0.440866735	0.052418211	8.41056429	7.907E-08	0.331154158	0.550579312	0.331154158	0.550579312
LnX3	-0.381499851	0.076339356	-4.99742037	7.9959E-05	-0.54127996	-0.221719743	-0.541279958	-0.22171974
LnX5	0.021366037	0.09200715	0.23222149	0.81884894	-0.17120714	0.213939214	-0.17120714	0.213939214

Şekil - 9

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.991117188							
R Square	0.98231328							
Adjusted R Square	0.978382897							
Standard Error	0.027591099							
Observations	23							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	4	0.761050013	0.1902625	249.928177	1.6667E-15			
Residual	18	0.013702837	0.00076127					
Total	22	0.77475285						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	2.189792281	0.155714865	14.0628339	3.7748E-11	1.862647489	2.516937073	1.862647489	2.516937073
LnX2	0.342555112	0.083266305	4.11397035	0.00065165	0.167619096	0.517491128	0.167619096	0.517491128
LnX3	-0.504592444	0.110894264	-4.55021232	0.00024798	-0.73757265	-0.271612241	-0.737572646	-0.27161224
LnX4	0.148545496	0.099672593	1.49033441	0.15345162	-0.06085885	0.357949844	-0.060858852	0.357949844
LnX5	0.091104878	0.100716459	0.90456792	0.37764256	-0.12049255	0.302702306	-0.12049255	0.302702306

Şekil - 10

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.990102572							
R Square	0.980303103							
Adjusted R Square	0.977193067							
Standard Error	0.028340251							
Observations	23							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	0.759492623	0.25316421	315.206319	2.24262E-16			
Residual	19	0.015260227	0.00080317					
Total	22	0.77475285						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	2.029864925	0.118682067	17.1033836	5.3598E-13	1.781460503	2.278269347	1.781460503	2.278269347
LnX2	0.481286252	0.068187746	7.05825139	1.0218E-06	0.338567659	0.624004844	0.338567659	0.624004844
LnX3	-0.350627858	0.079393854	-4.41630985	0.00029652	-0.5168011	-0.184454612	-0.516801103	-0.18445461
LnX6	-0.061035195	0.129960152	-0.46964545	0.6439534	-0.33304492	0.21097453	-0.333044919	0.21097453

- a) Teklip edilen towuk etine talap modelleriniň 1 - njisi (Şekil - 6) iň dogry modeldir! Sebäbi beýleki modelleriň ählisinde X_2 we X_3 görkezijilerinden başga ähli görkezijileriň T - test netijeleri (X_4 , X_5 , X_6) olaryň towuk etine talap üçin ähmiýetsizdiklerini görkezýär³⁰.
- b) Regressiýamyzyň netijenamasyna laýyklykda (Şekil - 6): alyjylaryň girdejisiniň 1% artmagy, towuk etine talabyň 0.45% artmagyna getirýär ($\alpha_2 = 0.45$)! Towuk etiniň bahasynyň 1% gymmatlamagy, towuk etine talabyň 0.37% düşmegine getirýär ($\alpha_3 = -0.37$)!

³⁰ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 879. Df=19 üçin, 95% ähtimallyk bilen görkeziji ähmiýetli bolmagy üçin T - test < -2.093 ýa - da T - test > 2.093 bolmaly!

- c) 2 - nji we 4 - nji modelleriň tapawudy: 4 - nji modelde sygyr etiniň bahasynyň bolmagy!
- d) 4 - nji modeliň kemçiligi, towuk etine basdaş hem sygyr hem - de doňuz etiniň bolmagy, ýagny, bu etleriň ählisiniň bir - birine basdaş önümler bolmagydyr!
- e) 5 - nji model, 4 - nji modelden üýtgeşik tapawutly däldir, sebäbi ýene - de ähli basdaş önümleriň bir modelde bolmagydyr!
- f) Sygyr, doňuz we towuk etleriniň arasynda sygyr eti iň gymmat önüm, onuň çalşyrgyýy (substitute) bolsa doňuz etidir (sygyr etdinden arzanrak), ondan soň bolsa towuk etidir (substitute, iň arzan et).
- g) Şekil - 10
- h) Eger - de ýalňyşlyp 2 - nji model seçilen bolsady, onda regressiýamyza laýyklykda (Şekil - 7):alyjylaryň girdejisiniň 1% artmagy, towuk etine talabyň 0.4% artmagyna getirýär ($\gamma_2 = 0.4$)! Towuk etiniň bahasynyň 1% gymmatlamagy, towuk etine talabyň 0.44% düşmegine getirýär ($\gamma_3 = -0.438$)!

EXERCISE 7.21³¹: 1980 - 1998 ýyllar arasyndaky puluň talap funksiýasy aşakdaky ýaly bolan ýagdaýynda:

$$M_t = \beta_1 Y_t^{\beta_2} r_t^{\beta_3} e^{u_t}$$

Bu funksiýany “linear” etmek üçin, deňlemäniň iki tarapynyň hem logarithmasyny alalyň, onda deňlemämiz şu şeklini alar:

$$\ln(M_t) = \ln(\beta_1) + \beta_2 \ln(Y_t) + \beta_3 \ln(r_t) + u_t$$

Aşakda (Şekil - 11) berilen statistiki maglumatlaryň esasynda regressiýany amala aşyralyň. Ýöne, puluň talaby (M_2) we jemi içerki önüm (GDP) nominal görkezijide bolany üçin, we bulary hakyky (real) görkezijä öwürmeli. Muny amala aşyrmak üçin, puluň talabyny we jemi içerki önümi (logarithmik şekle geçirmezden öň) alyjylaryň baha indeksine (CPI) bölmeli.

Şekil - 11

³¹ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 223, Exercise 7.21

TABLE 7.10

**Demand for Money
in the United States,
1980–1998**

Source: *Economic Report of the
President*, 2000, Tables
B-1, B-58, B-67, B-71.

Observation	GDP	M2	CPI	LTRATE	TBRATE
1980	2795.6	1600.4	82.4	11.27	11.506
1981	3131.3	1756.1	90.9	13.45	14.029
1982	3259.2	1911.2	96.5	12.76	10.686
1983	3534.9	2127.8	99.6	11.18	8.630
1984	3932.7	2311.7	103.9	12.41	9.580
1985	4213.0	2497.4	107.6	10.79	7.480
1986	4452.9	2734.0	109.6	7.78	5.980
1987	4742.5	2832.8	113.6	8.59	5.820
1988	5108.3	2995.8	118.3	8.96	6.690
1989	5489.1	3159.9	124.0	8.45	8.120
1990	5803.2	3279.1	130.7	8.61	7.510
1991	5986.2	3379.8	136.2	8.14	5.420
1992	6318.9	3434.1	140.3	7.67	3.450
1993	6642.3	3487.5	144.5	6.59	3.020
1994	7054.3	3502.2	148.2	7.37	4.290
1995	7400.5	3649.3	152.4	6.88	5.510
1996	7813.2	3824.2	156.9	6.71	5.020
1997	8300.8	4046.7	160.5	6.61	5.070
1998	8759.9	4401.4	163.0	5.58	4.810

M2 (Y) = Ykdysadyýetdäki puluň mukdary (emissiýa edilen pullar) (milýard USD)

GDP = Jemi içerki önüm (milýard USD)

CPI = alyjylaryň baha indeksi (consumer price index)

LTRATE - uzak möhletleýin döwlet borçanama kagyzlarynyň ýyllyk girdejisi (%)

TBRATE - gysga möhletleýin döwlet borçanama kagyzlarynyň ýyllyk girdejisi (%)

Şekil - 12

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.852663882							
R Square	0.727035696							
Adjusted R Square	0.692915158							
Standard Error	0.054011687							
Observations	19							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	0.124321243	0.062161	21.30786	3.0821E-05			
Residual	16	0.046676197	0.002917					
Total	18	0.170997441						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1.414531981	1.31749041	1.073656	0.298903	-1.378422921	4.207486883	-1.378422921	4.207486883
Ln(GDP/CPI)	0.494586245	0.26864529	1.841038	0.084235	-0.074916329	1.064088819	-0.074916329	1.064088819
Ln(LRATE)	-0.051579376	0.150143061	-0.34353	0.735669	-0.369868447	0.266709696	-0.369868447	0.266709696

Şekil - 13

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.853936807							
R Square	0.729208071							
Adjusted R Square	0.69535908							
Standard Error	0.053796333							
Observations	19							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	0.124692714	0.062346	21.54298	2.89125E-05			
Residual	16	0.046304727	0.002894					
Total	18	0.170997441						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1.239354276	0.624452362	1.984706	0.064598	-0.084425595	2.563134147	-0.084425595	2.563134147
Ln(GDP/CPI)	0.524310351	0.145550176	3.602265	0.002388	0.215757761	0.832862942	0.215757761	0.832862942
Ln(TBRATE)	-0.025528756	0.051333423	-0.49731	0.625733	-0.134350751	0.083293238	-0.134350751	0.083293238

a) Ýokardaky (Şekil - 12 we 13) görülişi ýaly: 2 modelde hem takmynan hakyky jemi içerki önümiň (hakyky girdeji, real income) 1% artmagy, puluň talabyny takmynan 0.5% artmagyna getirýär (oňaýly täsir). Tersine, 2 modelde hem döwlet borçnama kagyzlarynyň göterim girdejisiniň artmagy puluň talabyna ujypsyz bolsada, oňaýsyz täsir edýär! (T - test ähmiýetlilik testi LTRATE we TBRATE geçenoklar, puluň talabyna täsirleri ýok, ähmiýetsiz)

b) Aşakda görkezilen modeliň regressiýasynyň netijenamasy (Şekil - 14) görkezilen:

$$\left(\frac{M}{Y}\right)_t = \beta_1 r_t^{\beta_2} e^{u_t}$$

Şekil - 14

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.698013553							
R Square	0.487222921							
Adjusted R Square	0.457059563							
Standard Error	0.05790545							
Observations	19							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	0.054161029	0.054161	16.1528079	0.000889709			
Residual	17	0.057001699	0.003353					
Total	18	0.111162727						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-1.055720601	0.116172542	-9.08752	6.17479E-08	-1.30082324	-0.810617963	-1.30082324	-0.810617963
Ln(LRATE)	0.214857678	0.053459743	4.019056	0.000889709	0.10206748	0.327647876	0.10206748	0.327647876

Ýokardaky regressiýanyň (Şekil - 14) düşündirilişi: Ykdysadyýet dili bilen aýdanymyzda, jemi pul mukdaryny jemi içerki önüm mukdaryna paýlanymyzda $\left(\frac{M}{Y}\right)$ inflýasiýanyň derejesini tapdygymyz bolýar, ýagny $\left(\frac{M}{Y}\right)$ inflýasiýany aňladýar! Regressiýa netijenamamyza laýyklykda, uzak möhletleýin döwlet borçnama kagyzlarynyň girdeji göterimi (yield) 1% artan ýagdaýynda, inflýasiýa derjesi 0.2% ýokarlanýar.

c)Ýokardaky modellerden (Şekil - 12, 13 we 14) iň dogra ýakyny Şekil - 13 modelidir! Sebäbi F - testi iň ulusy şol!

Exercise 7.22³²: 1961 - 1987 ýyllary aralygynda Gresiyanyň senagat pudagynyň statistiki maglumaty aşakda (Şekil - 15) görkezilen.

Şekil - 15

³² Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009,page 224,Exercise 7.22

TABLE 7.11

Greek Industrial Sector

Source: I am indebted to George K. Zestos of Christopher Newport University, Virginia, for these data.

Observation	Output*	Capital	Labor†	Capital-to-Labor Ratio
1961	35.858	59.600	637.0	0.0936
1962	37.504	64.200	643.2	0.0998
1963	40.378	68.800	651.0	0.1057
1964	46.147	75.500	685.7	0.1101
1965	51.047	84.400	710.7	0.1188
1966	53.871	91.800	724.3	0.1267
1967	56.834	99.900	735.2	0.1359
1968	65.439	109.100	760.3	0.1435
1969	74.939	120.700	777.6	0.1552
1970	80.976	132.000	780.8	0.1691
1971	90.802	146.600	825.8	0.1775
1972	101.955	162.700	864.1	0.1883
1973	114.367	180.600	894.2	0.2020
1974	101.823	197.100	891.2	0.2212
1975	107.572	209.600	887.5	0.2362
1976	117.600	221.900	892.3	0.2487
1977	123.224	232.500	930.1	0.2500
1978	130.971	243.500	969.9	0.2511
1979	138.842	257.700	1006.9	0.2559
1980	135.486	274.400	1020.9	0.2688
1981	133.441	289.500	1017.1	0.2846
1982	130.388	301.900	1016.1	0.2971
1983	130.615	314.900	1008.1	0.3124
1984	132.244	327.700	985.1	0.3327
1985	137.318	339.400	977.1	0.3474
1986	137.468	349.492	1007.2	0.3470
1987	135.750	358.231	1000.0	0.3582

a) Ykdysadyýetde önümçilik funksiýasynyň (production function) Cobb - Douglas şeklinde bolup bilýändigini unutmalyň, we Gresiýanyň senagat pudagynyň önümçiligini Cobb - Douglas şeklinde ýazalyň, (Q = Output (jemi önüm); K = Capital (önümçilik serişdeleri - pul, ýer, binalar, we ş.m.); L = Labor (işgärler), ýagny:

$$Q_t = A(K_t^{\beta_1} L_t^{\beta_2})$$

Ekonometriki model görnüşi:

$$Q_t = A(K_t^{\beta_1} L_t^{\beta_2} e^u)$$

Funksiýanyň logarithmyny alyp regressiýamyz üçin “linear” edeliň, ýagny:

$$\ln Q_t = \ln A + \beta_1 \ln K_t + \beta_2 \ln L_t + u_t$$

Aşakda (Şekil - 16) logarithmi alnan modeliň regressiýa netijenamasy görkezilen. Netijenama laýyklykda önümçilik serişdesiniň ($\ln \text{CAPITAL}$) T -

testi, bu görkezijiniň senagat pudagynda önümçilik üçin ähmiýeti ýok diýip görkezýär³³. Bu ykdysadyýet ylmynda nädogry pikirdir!

Şekil - 16

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.985593543							
R Square	0.971394632							
Adjusted R Square	0.969010852							
Standard Error	0.08122919							
Observations	27							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	2	5.37754003	2.688770015	407.5016859	3.00172E-19			
Residual	24	0.158356352	0.006598181					
Total	26	5.535896382						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-11.93660002	3.211063696	-3.717335173	0.001072775	-18.56390976	-5.309290276	-18.56390976	-5.30929028
LnCAPITAL	0.139809672	0.165390723	0.845329592	0.406275786	-0.201540003	0.481159347	-0.201540003	0.48115935
LnLABOR	2.328402268	0.59948991	3.883972404	0.000706069	1.091115905	3.565688632	1.091115905	3.56568863

b) Indiki regressiýamyzda şu ekonometriki modeli tekliş edilýär, ýagny:

$$\left(\frac{Q}{L}\right)_t = A \left(\left(\frac{K}{L}\right)_t^\beta e^u \right)$$

Aşakda (Şekil - 17) tekliş edilýän modeliň regressiýa netijenamasy görkezilen (jemi önümi we önümçilik serişdelerini işgäre bölüp, ondan soňra logarithmasyny almaly!), ýagny:

$$\ln\left(\frac{Q}{L}\right)_t = \ln A + \beta \ln\left(\frac{K}{L}\right)_t + u_t$$

Netijenamada görülişi ýaly T - test (15.28) we F - test (233.65)³⁴ hasabatlary, işgär başyna düşýän önümçilik serişdesiniň $\left(\frac{K}{L}\right)$ ähmiýetli görkezijisidigini sbutu edýär. İşgär başyna düşýän önümçilik serişdesi senagat pudagyndaky önümçiligiň 90% “jogap berýär” ($R^2=0.9$). Modeliň önümçiligi çaklama ýalňyşlygy $\pm 0.096\%$ (Standard Error = 0.096), ýagny çaklama güýji örän ýokary!

Şekil - 17

³³ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 879. Df=24 üçin, 95% ähtimallyk bilen görkeziji ähmiýetli bolmagy üçin T - test < -2.064 ýa - da T - test > 2.064 bolmaly!

³⁴ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 882. Numerator = 1, Denominator = 25, 95% ähtimallyk bilen ähmiýetli bolmak üçin F - test > 4.23 bolmaly!

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.950444837							
R Square	0.903345387							
Adjusted R Square	0.899479203							
Standard Error	0.096489909							
Observations	27							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	2.175379588	2.175379588	233.6529432	3.42198E-14			
Residual	25	0.232757563	0.009310303					
Total	26	2.408137152						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-1.15595923	0.074216845	-15.57542933	2.23398E-14	-1.308811684	-1.003106776	-1.308811684	-1.00310678
Ln(Capital/Labor)	0.680731492	0.044533847	15.28571043	3.42198E-14	0.589012317	0.772450667	0.589012317	0.77245067

Exercise 7.24³⁵: Aşakda (Şekil - 18) 1947 - 2000 ýyllaryň aralygynda AŞB - ýň ýerli harajatlary (C, consumption), girdeji (Yd, income), gymmatlyklary (Wealth: altyn, gozgalýan we gozgalmaýan emläk, we ş.m.) we karz/girdeji göretimi³⁶ (Interest Rate) hakynda statistiki maglumat berilen.

a) Aşakdaky ekonometrik modelin regresiýa netijenamasy (Şekil - 19) görkezilen:

$$\hat{C}_t = \hat{\theta}_1 + \hat{\theta}_2 Yd_t + \hat{\theta}_3 Wealth_t + \hat{\theta}_4 InterestRate_t + \hat{u}_t$$

Netijenama laýyklykda: Regresiýanyň F - testi (27823.95)³⁷ we her bir garaşsyz görkezijiniň T - testi³⁸ hasabatlary, garaşsyz görkezijileriň bagly görkeziji üçin umumy ähmiýetliligi hem - de aýratynlykda uly ähmiýete eýedigi görülýär. Ýerli üpjünçilikdäki oýnamalaryň sebäbiniň ählisini diýen ýaly garaşsyz görkezijilerdäki oýnamalar arkaly düşündirip bolýar ($R^2=0.999$). Modelimize laýyklykda:

$$\hat{C}_t = -20.72 + 0.733Yd_t + 0.035Wealth_t - 5.52InterestRate_t$$

Şekil - 18

³⁵ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 225, Exercise 7.24

³⁶ 3 aýlyk döwlet borçnama kagyzlarynyň ýyllyk girdejisinden şol ýylyň inflyasiýa derejesini aýyrmak arkaly tapylypdyr

³⁷ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 882. Numerator = 3, Denominator = 50, 95% ähtimallyk bilen ähmiýetli bolmak üçin F - test > 2.76 bolmaly!

³⁸ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 879. Df=24 üçin, 95% ähtimallyk bilen görkeziji ähmiýetli bolmagy üçin T - test < -2 ýa - da T - test > 2 bolmaly!

TABLE 7.12

**Real Consumption
Expenditure, Real
Income, Real Wealth,
and Real Interest
Rates for the U.S.,
1947–2000**

Sources: C, Yd, and quarterly and annual chain-type price indexes (1996 = 100): Bureau of Economic Analysis, U.S. Department of Commerce (<http://www.bea.doc.gov/bea/dn1.htm>). Nominal annual yield on 3-month Treasury securities: Economic Report of the President, 2002. Nominal wealth = end-of-year nominal net worth of households and nonprofits (from Federal Reserve flow of funds data: <http://www.federalreserve.gov>).

Year	C	Yd	Wealth	Interest Rate
1947	976.4	1035.2	5166.8	−10.351
1948	998.1	1090.0	5280.8	−4.720
1949	1025.3	1095.6	5607.4	1.044
1950	1090.9	1192.7	5759.5	0.407
1951	1107.1	1227.0	6086.1	−5.283
1952	1142.4	1266.8	6243.9	−0.277
1953	1197.2	1327.5	6355.6	0.561
1954	1221.9	1344.0	6797.0	−0.138
1955	1310.4	1433.8	7172.2	0.262
1956	1348.8	1502.3	7375.2	−0.736
1957	1381.8	1539.5	7315.3	−0.261
1958	1393.0	1553.7	7870.0	−0.575
1959	1470.7	1623.8	8188.1	2.296
1960	1510.8	1664.8	8351.8	1.511
1961	1541.2	1720.0	8971.9	1.296
1962	1617.3	1803.5	9091.5	1.396
1963	1684.0	1871.5	9436.1	2.058
1964	1784.8	2006.9	10003.4	2.027
1965	1897.6	2131.0	10562.8	2.112
1966	2006.1	2244.6	10522.0	2.020
1967	2066.2	2340.5	11312.1	1.213
1968	2184.2	2448.2	12145.4	1.055
1969	2264.8	2524.3	11672.3	1.732
1970	2314.5	2630.0	11650.0	1.166
1971	2405.2	2745.3	12312.9	−0.712
1972	2550.5	2874.3	13499.9	−0.156
1973	2675.9	3072.3	13081.0	1.414
1974	2653.7	3051.9	11868.8	−1.043
1975	2710.9	3108.5	12634.4	−3.534
1976	2868.9	3243.5	13456.8	−0.657

Şekil - 18 (dowamy)

TABLE 7.12

(Continued)

Year	C	Yd	Wealth	Interest Rate
1977	2992.1	3360.7	13786.3	−1.190
1978	3124.7	3527.5	14450.5	0.113
1979	3203.2	3628.6	15340.0	1.704
1980	3193.0	3658.0	15965.0	2.298
1981	3236.0	3741.1	15965.0	4.704
1982	3275.5	3791.7	16312.5	4.449
1983	3454.3	3906.9	16944.8	4.691
1984	3640.6	4207.6	17526.7	5.848
1985	3820.9	4347.8	19068.3	4.331
1986	3981.2	4486.6	20530.0	3.768
1987	4113.4	4582.5	21235.7	2.819
1988	4279.5	4784.1	22332.0	3.287
1989	4393.7	4906.5	23659.8	4.318
1990	4474.5	5014.2	23105.1	3.595
1991	4466.6	5033.0	24050.2	1.803
1992	4594.5	5189.3	24418.2	1.007
1993	4748.9	5261.3	25092.3	0.625
1994	4928.1	5397.2	25218.6	2.206
1995	5075.6	5539.1	27439.7	3.333
1996	5237.5	5677.7	29448.2	3.083
1997	5423.9	5854.5	32664.1	3.120
1998	5683.7	6168.6	35587.0	3.584
1999	5968.4	6320.0	39591.3	3.245
2000	6257.8	6539.2	38167.7	3.576

Şekil - 19

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.9997006							
R Square	0.9994014							
Adjusted R Square	0.9993654							
Standard Error	37.809126							
Observations	54							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	119325520.8	39775174	27823.9512	1.5381E-80			
Residual	50	71476.50123	1429.53					
Total	53	119396997.3						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-20.725629	12.83047831	-1.615343	0.11252978	-46.496403	5.04514537	-46.496403	5.045145373
Yd	0.7339993	0.013755657	53.359815	9.5158E-46	0.70637026	0.76162836	0.70637026	0.761628364
Wealth	0.0359844	0.00248377	14.487811	1.581E-19	0.03099559	0.04097319	0.03099559	0.040973186
Interest Rate	-5.5262294	2.307274692	-2.395133	0.02040143	-10.160527	-0.8919318	-10.160527	-0.89193175

Regressiýa netijenama laýyklykda (Şekil - 19): girdejileriň 1 milýard USD artmagy, ýerli harajatlaryň 0.73 milýard USD artmagyna getirýär ($\hat{\theta}_2 = 0.733$). Halkyň elindäki gymmatlyklaryň (baýlygyň) 1 milýard USD köpelmegi, ýerli harajatlaryň takmynan 36 milýon USD artmagyna getirýär ($\hat{\theta}_3 = 0.0359$). Karz göteriminiň 1% ýokarlanmagy, ýerli harajatlaryň 5.5% düşmegine getirýär. ($\hat{\theta}_4 = -5.52$). Modelimiziň ýerli harajatlaryny çaklama ýalňyslygy (± 37.8) milýard USD (Standard Error 37.8).

b) Girdeji we baýlyk, ýerli harajatlar bilen oňaýly gatnaşykda, ýagny girdejiniň we baýlygyň artmagy ýerli harajatlaryň artmagyna getirýär (adamlar köp sowup başlaýarlar). Karz göterimler bilen harajatlaryň arasynda ters (oňasyz) gatnaşyk bar, ýagny karz göterimiň ýokarlanmagy, harajatlaryň azalmagyna getirýär!

Exercise 8.25³⁹: Ykdysadçy John A. Tatom, hakykatdanda, energiýanyň gymmatlamagy önümçilige oňasyz täsiriniň degýändigini baradaky ykdysady gipotezany barlamak üçin 1948 - 1978 ýyllar aralygynda her çärýekde ýygynalan statistiki maglumatlary ulanmak arkaly şu aşakdaky görkezilen ekonometriki modelini regressiýasyny amala aşyryp, seljeriş üçin gerekli maglumatlary tapdy (Şekil - 20):

³⁹ Basic Econometrics, Damodar N. Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 268, Exercise 8.25

Şekil - 20

$$\widehat{\ln(y/k)} = \underset{(16.33)}{1.5492} + \underset{(21.69)}{0.7135 \ln(h/k)} - \underset{(-6.42)}{0.1081 \ln(P_e/P)} + \underset{(15.86)}{0.0045t} \quad R^2 = 0.98$$

Y = hususy pudagyň jemi öndüren önümi

k = önümçilik serişdesi

h - işgärleriň işlän sagat sany

P_e - energiýa öndürijileriň baha indeksi

P - hususy pudaga satylýan energiýa bahasy

t - döwür (çärýek)

- a) Skobkadaky maglumatlar T - test hasabatlary (Şekil - 20). Ekonometriki modele laýyklykda: serişde başyna düşýän işgär sagadynyň 1% artmagy $\left(\frac{h}{k}\right)$, serişde başyna düşýän önümiň 0.71% ýokarlanmagyna getirer $\left(\frac{y}{k}\right)$. Energiýanyň bahasynyň 10% ýokarlanmagy, serişde başyna düşýän önümiň 1% düşmegine sebäp bolar. Her çärýekde önümçilik ortaça 0.45% ýokarlanylýdyr⁴⁰!
- b) 1972 - 1977 ýyllar aralygynda energiýanyň bahasy 60% ýokarlanmagy, önümçiligiň 6% düşmegine sebäp bolar!(Ekonometriki modelimize laýyklykda energiýanyň bahasynyň 1% ýokarlanmagy, önümçiligiň 0.1% düşmegine getirer!)
- c) Ýokarda agzalyşy ýaly, her çärýekde önümçilik ortaça 0.45% ýokarlanylýdyr!
- d) 0.71 kafisentiň manysy 0.71% (iki tarapam logarithm funskiyasy bolany üçin)
- e) F - testi, “iň bolmanda ýekeje görkezijiniň kafisenti nola (0) deň däl” umumy ähtimallyk testidir! Ekonometriki modelimiziň iň bolmanda biriniň T - testiniň “ähmiýetli” bolmagy, F - testini geçdigi hasap edilse bolar.

⁴⁰ $0.0045 \cdot 100 = 0.45\%$

EXERCISE 8.26⁴¹: Aşakda (Şekil - 21) 1968 - 1983 ýyllar aralygynda ABŞ - da telefon kabelini öndürýän iri kärhanalaryň biriniň ýyllyk satysy çaklamak üçin ulanan statistiki maglumatyny görkezýär.

Şekil - 21

TABLE 8.10 Regression Variables

Year	X_2 , GNP	X_3 , Housing Starts	X_4 , Unemployment, %	X_5 , Prime Rate Lag, 6 mos.	X_6 , Customer Line Gains, %	Y , Annual Sales (MPF)
1968	1051.8	1503.6	3.6	5.8	5.9	5873
1969	1078.8	1486.7	3.5	6.7	4.5	7852
1970	1075.3	1434.8	5.0	8.4	4.2	8189
1971	1107.5	2035.6	6.0	6.2	4.2	7497
1972	1171.1	2360.8	5.6	5.4	4.9	8534
1973	1235.0	2043.9	4.9	5.9	5.0	8688
1974	1217.8	1331.9	5.6	9.4	4.1	7270
1975	1202.3	1160.0	8.5	9.4	3.4	5020
1976	1271.0	1535.0	7.7	7.2	4.2	6035
1977	1332.7	1961.8	7.0	6.6	4.5	7425
1978	1399.2	2009.3	6.0	7.6	3.9	9400
1979	1431.6	1721.9	6.0	10.6	4.4	9350
1980	1480.7	1298.0	7.2	14.9	3.9	6540
1981	1510.3	1100.0	7.6	16.6	3.1	7675
1982	1492.2	1039.0	9.2	17.5	0.6	7419
1983	1535.4	1200.0	8.8	16.0	1.5	7923

Y - ýyllyk satylan kabel, milýon feet

X_2 - jemi içerki önüm, milýard USD

X_3 - jaý gurluşygy, münde

X_4 - işsizlik derejesi, göterimde

X_5 - ýokary hilli kabeliň satysy, göterimde

X_6 - telefon ulgamynyň köpeldilmegi, göterimde

a) Aşakdaky modeliň regressiýa netijenamasy (Şekil - 22) görkezilen:

$$\hat{Y}_t = \hat{\theta}_1 + \hat{\theta}_2 X_{2t} + \hat{\theta}_3 X_{3t} + \hat{\theta}_4 X_{4t} + \hat{\theta}_5 X_{5t} + \hat{\theta}_6 X_{6t} + \hat{u}_t$$

Regressiýa netijenamasyna laýyklykda: “In bolmanda bir görkezijiniň kafisenti nola (0) deň däl” ýagny, umumy ähmiýetlilik testi bolan F - testiniň netijesine laýyklykda (9.28)⁴², garassyz görkezijiler telefon kabelini satysynyň çaklamasynda ähmiýetlidir! Diňe X_5 görkezijiniň kafisentiniň T - testi hasabaty onuň kabel satyslary üçin ähmiýetiniň ýokdugyny görkezýär.

⁴¹ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 269, Exercise 8.26

⁴² Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 882. Numerator = 5, Denominator = 10, 95% ähtimallyk bilen ähmiýetli bolmak üçin F - test > 3.33 bolmaly!

Galan görkezijileriň T - testleri olaryň kabel satyşlary üçin ähmiýetlidiklerini aňladýar!⁴³. Telefon kabelleriniň satylyşyndaky oýnamalary, garaşsyz görkezijilerimiziň üsti bilen 82% düşündirip bolýar ($R^2=0.82$). Modelimiziň çaklama ýalňyslygy (± 627) milýon feet (Standard Error = 627)! Modelimize laýyklykda: jemi içerki önümiň 1 milýard USD ýokarlanmagy, telefon kabeliniň satyşyny 4.88 milýon feet artmagyna getirýär. Ýylda, jaý gurluşygynyň 1000 jaý artmagy, telefon kabelleriniň satyşynyň 2.36 milýon feet artdyrýar. Işsizligiň 1% ýokarlanmagy, telefon kabeliniň satyşyny 819 milýon feet azaldýar. Müşderileriň 1% täze ulgama baglanmaklyklary, kärhananyň kabel satyşynyň 851 milýon feet azalmagyna getirýär.

$$\hat{Y}_t = 5962.65 + 4.88X_{2t} + 2.36X_{3t} - 819X_{4t} + 12X_{5t} - 851.39X_{6t}$$

Şekil - 22

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.907055755							
R Square	0.822750143							
Adjusted R Square	0.734125215							
Standard Error	627.6004764							
Observations	16							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	5	18283048.17	3656609.634	9.283507016	0.001615349			
Residual	10	3938823.58	393882.358					
Total	15	22221871.75						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	5962.65551	2507.724058	2.377715958	0.038763283	375.0981071	11550.21291	375.0981071	11550.21291
X2 GNP	4.883662697	2.512542086	1.943713789	0.080583622	-0.714629942	10.48195534	-0.71462994	10.48195534
X3 Housing Starts	2.363956211	0.843558632	2.802361474	0.018718564	0.48439045	4.243521973	0.48439045	4.243521973
X4 Unemployment, %	-819.1287004	187.7072286	-4.363863376	0.001412587	-1237.366469	-400.890931	-1237.36647	-400.890931
X5 Prime Rate Lag, 6 mos.	12.01048233	147.0496377	0.081676382	0.936515707	-315.6365285	339.6574932	-315.636529	339.6574932
X6 Customer Line Gains, %	-851.3926955	292.1447153	-2.914284089	0.015450957	-1502.331686	-200.453705	-1502.33169	-200.453705

b) Ykdysady ösüş ýokarlandygyça, aragatnaşyga talap artmaly! Täze jaýlaryň sany artdygyça, öýlere çekilýän telefon ulgamy artmaly! Işsizligiň artmagy, aragatnaşyga talaby azaltmaly! Täze ulgamlaryň we tehnologiýanyň köpelmegi, ýuwaş - ýuwaş kabelli dälde, kablesiz aragatnaşyk ulgamyna geçilmegine getirmeli!

c) Hawa, kafisentleriň belgileri garaşylyşy ýaly (ykdysady düşüňjä garşy gelenok).

⁴³ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 879. Df=15 üçin, 90% ähtimallyk bilen görkeziji ähmiýetli bolmagy üçin T - test < -1.753 ýa - da T - test > 1.753 bolmaly!

- d) $Df=15$ üçin, 95% ähtimallyk bilen görkeziji ähmiýetli bolmagy üçin T - test < -2.131 ýa - da T - test > 2.131 bolmaly! 95% ähtimallykda T - testi X_2 we X_5 görkezijileriniň kafisenti ähmiýetlilik testi geçenok! Ýöne 90% ähtimallykda diňe X_5 görkezijileriniň kafisenti ähmiýetlilik testi geçenok.

Belli türk asylyly amerikan ykdysadçysy Daron Acemogluňyň, James Robinson bilen 2012 – nji ýylda çapa çykaran “Why Nations Fail” atly ykdysady seljeriş kitaby sözünň göni manysynda iň azyndan ykdysadçylaryň we syýasatçylaryň arasynda uly “şowhun” döredipdi. Bu kitapda, ykdysadyýetiň ösüşiniň özeni: tehnologiýa, tebigy resurslara, raýatlaryň bilim derejesine, we hat – da syýasy gurluşa – da bagly bolman, ösüşiniň özeni - “häkimiýetiň gözegçilik guramalarydyr” (government institutions) diýilýär. Biziň eramyzdan öňki Inka Imperiýasyndan başlap, gul – eýeçilik we feodalizm döwürlerinden, biziň döwrümize çenli taryhy nusgawy mysallary getirilip ýazylan bu kitapda, hakykatdan – da, awtorlaryň pikirleriniň “owadan teoriýalara, hyýaly fantaziýalara, ýa – da utopiki maksatnamalara” däl – de, “çuňňur akyla” we “hasaplara daýanyandygy” anyk görülýär. Häkimiýetiň, döwletiň jemgyýetiň gözegçiligini amala aşyrmak üçin döreden guramalarynyň işleýşi, olaryň açyklygy we adalatlylygy, ykdysadyýetiň “deň bähbitli” (income equality) we “uzak möhletli” ösüşe getirýändigini taryhy mysallar bilen nygtalýar. Tebigy resurslaryň köp bolmagy, ýokary bilimiň, tehnologiýanyň, inflyasiýanyň durnukly bolmagy, önümçiligiň ösmegi – ykdysady ösüşe getirýär diýip bilinýärdi ykdysadyýetde. Kitapda bolsa tersine, “döwlet guramalarynyň” adalatly we tutanaýerli işi – tebigy resurslaryň deň bähbitli ulanylmagyna, inflyasiýanyň durnukly bolmagyna, ylymyň ösmegine, tehnologiýanyň we önümçiligiň ösmegine getirýär diýilýär. 2024 – nji ýylda ykdysadyýet ylmyna goşan ägirt uly goşandy üçin Nobel baýragy berilen bu akyldar ykdysadçylaryň aýdany bilen ylalaşmazlyk üçin gaty düýpli we subutnamaly deliller gerek. Mende entäk beýle deliller ýok dogrusy!

5 - NJI BÖLÜM.DUMMY GÖRKEZİJİ

Ykdysadyýet ylmynda örän ýörgünli seljeriş usullaryň biri “deňeşdirme seljerişi” (comparative analysis). Bu usul, adyndan hem belli bolşy ýaly, deňeşdirme arkaly amala aşyrylýar. Mysal üçin: erkekler bilen aýallaryň gazançlarynyň tapawudy barmy? Oba ýeriniň ilaty uzak ýaşaýarmy ýa - da şäher ýeriniňki? Din, jyns, boý, agram, saglyk we beýleki jemgyýet bilen baglanyşykly mowzuklaryň seljerişini geçirmek üçin “hawa” ýa - da “ýok” soraglaryny için alýan görkeziji gerek bolýar, ýnha, ekonometrikada bu görkezijä “dummy görkeziji” diýilýär (indicator variable, qualitative variable). Bu görkezijä düşünmegiň iň aňsat usuly mysal arkalydyr.

MYSAL 1: Aşakda (Şekil - 1) 125 talybyň Matematiki Ykdysadyýet sapagyndan synaglarynyň netijesi görkezilen (100 bal sistemada). Ykdysadyýet professory, “gyz talyplar oganlara garanynda ökdeje bolýar” gipotezasyny barlap görmek isleýär, ýagny, hakykatdan - da, gyz talyplar ogan talyplara garanynda ýokary baha alýarlarmy. Munyň üçin professor dummy görkeziji döredýär (Gyz). Bu görkeziji eger baha gyz talyba degişli bolsa 1, oglana degişli bolsa 0 belgini alýar. (1 - hawa, 0 - ýok).

Şekil - 1

Sanawy	Bahalar	Gyz		Sanawy	Bahalar	Gyz		Sanawy	Bahalar	Gyz		Sanawy	Bahalar	Gyz		Sanawy	Bahalar	Gyz
1	59	0		26	56	0		51	70	1		76	80	1		101	81	1
2	88	1		27	65	0		52	68	0		77	58	0		102	54	0
3	77	1		28	89	1		53	63	0		78	56	0		103	70	1
4	63	0		29	84	1		54	70	0		79	79	0		104	65	1
5	68	0		30	72	1		55	70	0		80	62	0		105	47	0
6	70	0		31	79	1		56	65	0		81	67	0		106	59	0
7	66	0		32	79	1		57	74	0		82	78	1		107	55	0
8	72	0		33	66	1		58	63	0		83	85	1		108	64	0
9	54	0		34	76	1		59	76	0		84	67	0		109	69	0
10	92	1		35	59	0		60	76	0		85	67	0		110	71	0
11	68	0		36	65	1		61	61	0		86	73	0		111	72	0
12	56	0		37	75	1		62	73	0		87	71	0		112	67	0
13	88	1		38	66	0		63	96	0		88	68	0		113	58	0
14	82	0		39	85	0		64	71	0		89	82	1		114	67	0
15	55	0		40	87	1		65	94	1		90	66	0		115	78	1
16	64	0		41	79	1		66	86	1		91	72	0		116	65	0
17	61	0		42	57	0		67	89	1		92	77	0		117	59	0
18	54	0		43	60	0		68	80	1		93	59	0		118	81	1
19	69	0		44	68	0		69	40	0		94	63	0		119	71	0
20	60	0		45	78	1		70	74	0		95	60	1		120	87	1
21	88	1		46	68	1		71	72	0		96	87	1		121	89	1
22	68	1		47	92	1		72	53	0		97	89	1		122	51	1
23	64	0		48	81	1		73	83	0		98	60	0		123	49	0
24	75	1		49	51	0		74	59	0		99	75	1		124	74	1
25	58	0		50	64	0		75	74	1		100	78	1		125	48	1

Regressiýa edende Bahalar (Y) bagly görkeziji hökmünde görkezilýär, dummy görkeziji Gyz bolsa garaşsyz görkeziji hökmünde. Regressiýa netijenamasy aşakda görkezilen (Şekil - 2):

Şekil - 2

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.565154201							
R Square	0.319399271							
Adjusted R Square	0.313865931							
Standard Error	9.4814189							
Observations	125							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	5189.11494	5189.11494	57.72269788	6.60244E-12			
Residual	123	11057.36844	89.89730436					
Total	124	16246.48338						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	65.02556158	1.073559287	60.57007038	1.96693E-93	62.9005168	67.15060636	62.9005168	67.15060636
Gyz	13.3016471	1.750782153	7.597545517	6.60244E-12	9.836081174	16.76721302	9.83608117	16.76721302

Ekonometriki modelimizi şu aşakdaky bolýar:

$$\widehat{Baha}_n = 65 + 13.3Gyz_n$$

Regressiýa netijenama laýyklykda: Dummy görkeziji, bagly görkeziji üçin ähmiýetli görkeziji (T - test = 7.59), munyň manysy şu: hakykatdan - da, gyzlaryň bahasy bilen oňlan talyplaryň bahalary arasynda tapawut bar! Oňlanlaryň ortaça bahasy 65 bal (Gyz = 0 goýýarys modelde), ýagny:

$$\widehat{Baha}_n = 65 + 13.3Gyz_n$$

$$\widehat{Baha}_n = 65 + 13.3(0) = 65$$

Gyzlaryň ortaça bahasy bolsa 78.3 bala deň! Gyz talyplar, iň bolmanda Matematiki Ykdysadyýet sapagynda, oňlan talyplardan ökde! Ýagny:

$$\widehat{Baha}_n = 65 + 13.3Gyz_n$$

$$\widehat{Baha}_n = 65 + 13.3(1) = 78.3$$

Başga garaşsyz görkezijileri bolman, diňe dummy görkezijisi bolan modellerde, T - test bilen F - test netijeleri gereklidir. Galan hasabatlara seredilmeyär! (Mysal üçin R², Standard Error, we ş.m.)

MYSAL 2: Aşakda (Şekil - 3) 1960 - 2000 ýyllar arasynda korrupsiýa we parahorluk boýunça açylan jenaýata işleriň sany berilen. 1982 - nji ýylda, korrupsiýa garşy göreşmek boýunça täze çäreler görülmäge başlanýar (kanunlar, jezalaryň agyrlaşdyrylmasy, we ş.m.). Ykdysadçy, bu çäreleriň jemgyýet üçin “bähbidi” degdimi, ýa - da degmedimi şony barlamak isleýär, munyň üçin dummy görkeziji (Täze Çäreler) döredýär. 1982 - nji ýyldan 2000 - nji ýyla çenli bu dummy görkezijisi 1 belgisini alýar, 1960 - 1982 aralygynda bolsa 0 belgisini alýar!

Şekil - 3

Ýyllar	Açylan işler sany	Täze Çäreler	Ýyllar	Açylan işler sany	Täze Çäreler
1960	758	0	1982	775	1
1961	853	0	1983	878	1
1962	721	0	1984	895	1
1963	757	0	1985	667	1
1964	1255	0	1986	394	1
1965	843	0	1987	608	1
1966	1225	0	1988	699	1
1967	938	0	1989	852	1
1968	634	0	1990	1020	1
1969	808	0	1991	604	1
1970	1069	0	1992	708	1
1971	652	0	1993	653	1
1972	836	0	1994	890	1
1973	523	0	1995	1143	1
1974	1103	0	1996	592	1
1975	976	0	1997	782	1
1976	677	0	1998	785	1
1977	644	0	1999	475	1
1978	479	0	2000	551	1
1979	753	0			
1980	914	0			
1981	1239	0			

Aşakdaky (Şekil - 4) regresiýa netijenamasynda hem görünişi ýaly, umumy ähmiýetlilik testi bolan F - test (3.03)⁴⁴ we dummy görkezijisiniň T - testi hasabaty (- 1.74)⁴⁵ 95% ähtimallyk bilen “ähmiýetli däl” netije görkezýär. Ýagny, korrupsiýa we parahorlyk bilen göreşmekde kabul edilen täze çäreleriň (1982 - nji ýylda), açylan jenaýat işleriň sanyna hiç hili täsir etmedigi bolýar. Çäreleriň maksady korrupsiýany we parahorlugy azaltmak, şunlukda ýyl - ýyldan korrupsiýa we parahorluk boýunça açylan jenaýatyň sanynyň azalmagy bolan bolsa, bu maksada ýetildmedigi bolýar.

⁴⁴ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 884. Numerator = 1, Denominator = 40, 95% ähtimallyk bilen ähmiýetli bolmak üçin F - test > 4.08 bolmaly!

⁴⁵ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 879. Df=30 üçin, 95% ähtimallyk bilen görkeziji ähmiýetli bolmagy üçin T - test < -2.021 ýa - da T - test > 2.021 bolmaly!

Şekil - 4

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.268722155							
R Square	0.072211597							
Adjusted R Square	0.048422151							
Standard Error	206.5614366							
Observations	41							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	129515.3093	129515.3	3.035447	0.089346			
Residual	39	1664037.457	42667.63					
Total	40	1793552.766						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	848.1456648	44.03904626	19.25895	1.59E-21	759.0683	937.223	759.0683	937.223
Täze Çäreler	-112.710491	64.6923657	-1.74225	0.089346	-243.563	18.14217	-243.563	18.14217

EXERCISE 9.3⁴⁶: 1966 - ný ýylda Beýik Britaniýanyň hökümeti, wagtlaýynça işsiz raýatlary goldamak üçin tölenýän kömek pulunyň hökümet tarapyndan bellenen mukdardan (fixed amount), işsiz raýatyň soňky iş ýerindäki alan aýlygyna görä tölenmäge başlanýar (ýagny işsizlik kömek puly artýar). Aşakda regressiýa netijenamasy (Şekil - 5) we Beýik Britaniýadaky 1966 - ný ýyldan öňki we soňky statistiki sanlary çärýek boýunça berilen (Şekil - 6).

Şekil - 5

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.95509704							
R Square	0.91221035							
Adjusted R Square	0.90660676							
Standard Error	0.13439537							
Observations	51							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	8.82100694	2.94033565	162.790218	7.882E-25			
Residual	47	0.84891941	0.01806212					
Total	50	9.66992635						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	2.73307145	0.10141712	26.9488164	3.1301E-30	2.52904652	2.9370964	2.52904652	2.93709639
Job Vacancy Rate V%	-1.5125915	0.12101269	-12.499445	1.494E-16	-1.7560377	-1.2691454	-1.75603767	-1.2691454
D	1.16674843	0.31781848	3.67111579	0.00061608	0.52738012	1.8061167	0.52738012	1.80611674
DV	-0.8679396	0.43056524	-2.0158144	0.04955638	-1.7341252	-0.0017541	-1.73412517	-0.0017541

⁴⁶ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 306, Exercise 9.3

Şekil - 6

TABLE 9.8

Data Matrix for
Regression, in
Exercise 9.3Source: Damodar Gujarati,
"The Behaviour of
Unemployment and Unfilled
Vacancies: Great Britain,
1958-1971," *The Economic
Journal*, vol. 82, March 1972,
p. 202.

Year and Quarter	Unem- ployment Rate UN, %	Job Vacancy Rate V, %	D	DV	Year and Quarter	Unem- ployment Rate UN, %	Job Vacancy Rate V, %	D	DV
1958-IV	1.915	0.510	0	0	1965-I	1.201	0.997	0	0
1959-I	1.876	0.541	0	0	-II	1.192	1.035	0	0
-II	1.842	0.541	0	0	-III	1.259	1.040	0	0
-III	1.750	0.690	0	0	-IV	1.192	1.086	0	0
-IV	1.648	0.771	0	0	1966-I	1.089	1.101	0	0
1960-I	1.450	0.836	0	0	-II	1.101	1.058	0	0
-II	1.393	0.908	0	0	-III	1.243	0.987	0	0
-III	1.322	0.968	0	0	-IV	1.623	0.819	1	0.819
-IV	1.260	0.998	0	0	1967-I	1.821	0.740	1	0.740
1961-I	1.171	0.968	0	0	-II	1.990	0.661	1	0.661
-II	1.182	0.964	0	0	-III	2.114	0.660	1	0.660
-III	1.221	0.952	0	0	-IV	2.115	0.698	1	0.698
-IV	1.340	0.849	0	0	1968-I	2.150	0.695	1	0.695
1962-I	1.411	0.748	0	0	-II	2.141	0.732	1	0.732
-II	1.600	0.658	0	0	-III	2.167	0.749	1	0.749
-III	1.780	0.562	0	0	-IV	2.107	0.800	1	0.800
-IV	1.941	0.510	0	0	1969-I	2.104	0.783	1	0.783
1963-I	2.178	0.510	0	0	-II	2.056	0.800	1	0.800
-II	2.067	0.544	0	0	-III	2.170	0.794	1	0.794
-III	1.942	0.568	0	0	-IV	2.161	0.790	1	0.790
-IV	1.764	0.677	0	0	1970-I	2.225	0.757	1	0.757
1964-I	1.532	0.794	0	0	-II	2.241	0.746	1	0.746
-II	1.455	0.838	0	0	-III	2.366	0.739	1	0.739
-III	1.409	0.885	0	0	-IV	2.324	0.707	1	0.707
-IV	1.296	0.978	0	0	1971-I	2.516*	0.583*	1	0.583*
					-II	2.909*	0.524*	1	0.524*

UN - işsizlik derejesi, gösterimde

V - boş iş yerleri, gösterimde $\left(\left(\frac{\text{boş iş yerleri}}{\text{jemi iş yerleri}} \right) * 100 \right)$

D - dummy görkeziji, kabul edilen kanunıñ işleyän döwri

D*V - dummy görkeziji bilen boş iş yerleriniñ köpeltmek hasyly; kanun kabul edilenden soñra döredilen iş yerli aňladýar (interaction variable)

Regressiýa netijenama laýyklykda (Şekil - 5): F - test we görkezijileriñ T - testlerine laýyklykda, ähli görkezijiler işsizlik derejesini kesgitlemekde ähmiýeti uly we takmynan işsizlik derejesindäki oýnamalaryñ 91% sebäpkäri! Boş iş yerliñ 1% artdygy, işsizligiñ 1.5% düşmegine getirýär! Boş iş yerleri artdygyça işsizlik azalýar! Täze kanunıñ işläp başlan döwri işsizlik takmynan 1.16% artdy! Ýagny 1966 - ný ýyldan soñ, işsizlik ortaça 1.16% ýokarlandy! İşsizlere kömek pullarynyñ mukdarynyñ artmagy, işe höwesiniň gaçmagyna getirdi! Täze kanunıñ işlän döwründe (ýagny 1966 - ný ýyldan soñky ýyllar) döran boş iş yerleri, işsizligiñ 0.86% düşmegine getirdi.

a) Boş iş yerleriñ artmagy, işsizligi düşürmeli!

- b) 1966 - njy ýylyň 4 - nji çärýeginden (Kanun kabul edilen sene) öňki döwürler üçin ortaça işsizlik derejesi takmynan 1.5% we 1966 - njy ýylyň 4 - nji çärýeginden soňky döwürler üçin ortaça işsizlik derejesi takmynan 2.2% - e deň! Kanunyň kabul edilmegi işsizligiň artmagyna sebäp boldy! Aslynda muny ýokardaky edişimiz ýaly, kanunyň kabul edilen seneden öňki we soňky döwürleriň işsizlik derejesiniň ortaça hasabyny çykaryp tapyp bolýar, ýa - da, gönümel ekonometriki modelimizden hem görüp bolýar:

$$\widehat{UN}_t = 2.73 - 1.5Jobvacancy_t + 1.16D_t - 0.86D_tV_t$$

1966 - njy ýyldan öňki döwürde işsizlik derejesi, boş iş ýerlerini göz önüne tutmasak (holding job vacancy rate constant $Jobvacancy = 0$) onda, kanun kabul edilen döwürden öňki döwür üçin ($D_t=0$ we $D_tV_t=0$), kanun kabul edilen döwürden soňky döwürler üçin bolsa ($D_t=1$ we $D_tV_t=1$) bolar. Kanun kabul edilenden öňki döwür bilen deňeşdireniňde (işsizlik derejesi = 2.73%, soňky döwürlerde, boş iş ýerleri göz önüne tutlmazdan (işsizlik derejesi = $2.73+1.16=3.9\%$) işsizlik derejesiniň ýokarlanýandygyny görersiňiz!

- c) Ekonometriki modelimiziň slope (egimi) kanun kabul edilenden soňky döwürler üçin $D_t=1$ we $D_tV_t=1$ diýilip gidiler we ekonometriki modelimiz şeýle bolar (- 2.38), ýagny:

$$\widehat{UN}_t = (2.73 + 1.16) - (1.5 + 0.86)Jobvacancy_t$$

$$\widehat{UN}_t = 3.9 - 2.38Jobvacancy_t$$

- d) Şu ykdysady seljerişden şu kanagata gelip bolar: wagtlaýynça işsizlik kömek pullarynyň ýokary bolmagy, adamlaryň işe höwesiniň gaçmagyna getirýär!

EXERCISE 9.21⁴⁷: Aşakda (Şekil - 7) 1970 - 1995 ýyllar aralygynda ABS - yň süýşürintgileri (savings) we girdejileri (income) barada maglumat berilen. Berilen maglumaty ulanyp, dummy görkezijisiniň 1970 - 1981 ýyllar aralygy üçin 1, galan ýyllar üçin bolsa 10 edip, şu aşakdaky ekonometriki modeliň regressiýasyny talap edýärler:

$$\widehat{Ln(Savings)}_i = \beta_1 + \beta_2 Ln(Income)_i + \beta_3 Ln(D)_i + u_i$$

Regressiýa netijenamasyna laýyklykda (Şekil - 8): dummy görkezijisiniň T - test hasabatyna laýyklykda, dummy görkezijisiniň bagly görkezijä (süýşürintgilere) ähmiýeti ýok (insignificant)! Girdejiniň 1% artmagy,

⁴⁷ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 311, Exercise 9.21

süýşüringileriň takmynan 0.67% ýokarlanmagyna getirer! Süýşüringilerde bolýan üýtgemeleriň/oýnamalaryň takmynan 88% sebäbi girdejilerdir! ($R^2=0.878$)

Şekil - 7

TABLE 9.2
Savings and Income
Data, United States,
1970–1995

Source: *Economic Report of the President*, 1997, Table B-28, p. 332.

Observation	Savings	Income	Dum
1970	61	727.1	0
1971	68.6	790.2	0
1972	63.6	855.3	0
1973	89.6	965	0
1974	97.6	1054.2	0
1975	104.4	1159.2	0
1976	96.4	1273	0
1977	92.5	1401.4	0
1978	112.6	1580.1	0
1979	130.1	1769.5	0
1980	161.8	1973.3	0
1981	199.1	2200.2	0
1982	205.5	2347.3	1
1983	167	2522.4	1
1984	235.7	2810	1
1985	206.2	3002	1
1986	196.5	3187.6	1
1987	168.4	3363.1	1
1988	189.1	3640.8	1
1989	187.8	3894.5	1
1990	208.7	4166.8	1
1991	246.4	4343.7	1
1992	272.6	4613.7	1
1993	214.4	4790.2	1
1994	189.4	5021.7	1
1995	249.3	5320.8	1

Şekil - 8

SUMMARY OUTPUT									
Regression Statistics									
Multiple R	0.937038817								
R Square	0.878041745								
Adjusted R Square	0.867436679								
Standard Error	0.164652885								
Observations	26								
ANOVA									
	df	SS	MS	F	Significance F				
Regression	2	4.489215834	2.244608	82.79456	3.1E-11				
Residual	23	0.623543166	0.027111						
Total	25	5.112758999							
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%	
Intercept	-0.158881398	0.765706822	-0.2075	0.837448	-1.74287	1.425104	-1.74287	1.425104	
LnIncome	0.669503515	0.107357341	6.236216	2.31E-06	0.447418	0.891589	0.447418	0.891589	
LnD	-0.000293724	0.058088296	-0.00506	0.996009	-0.12046	0.119871	-0.12046	0.119871	

- a) Dummy görkezijiniň 1 ýa - da 10 edilmeginiň sebäbi, 1982 - nji ýyldan öňki we soňky döwürler arasyndaky tapawudyň durnukly görkezijide üýtgemeler (intercept) arkaly düşündirjek bolmakdyr.
- b) Regressiýa netijenamasy ýokarda (Şekil - 8) görkezildi.
- c) Iki döwürde - de (1982 - den öň we soň) durnukly görkeziji (intercept)(-0.15). Munyň manysy şu: girdeji bolmadyk ýagdaýda süýşüringiler minusa gidýär, ýagny, adamlar karz alýarlar!

EXERCISE 9.24⁴⁸: Aşakda (Şekil - 9) 1916 - 2004 ýyllar aralygyndaky ABŞ - yň prezident saýlawlary barada gerekli maglumatlar berilen:

Şekil - 9

TABLE 9.9
U.S. Presidential
Elections, 1916–2004

Obs.	Year	V	W	D	G	I	N	P
1	1916	0.5168	0	1	2.229	1	3	4.252
2	1920	0.3612	1	0	-11.46	1	5	16.535
3	1924	0.4176	0	-1	-3.872	-1	10	5.161
4	1928	0.4118	0	0	4.623	-1	7	0.183
5	1932	0.5916	0	-1	-14.9	-1	4	7.069
6	1936	0.6246	0	1	11.921	1	9	2.362
7	1940	0.55	0	1	3.708	1	8	0.028
8	1944	0.5377	1	1	4.119	1	14	5.678
9	1948	0.5237	1	1	1.849	1	5	8.722
10	1952	0.446	0	0	0.627	1	6	2.288
11	1956	0.4224	0	-1	-1.527	-1	5	1.936
12	1960	0.5009	0	0	0.114	-1	5	1.932
13	1964	0.6134	0	1	5.054	1	10	1.247
14	1968	0.496	0	0	4.836	1	7	3.215
15	1972	0.3821	0	-1	6.278	-1	4	4.766
16	1976	0.5105	0	0	3.663	-1	4	7.657
17	1980	0.447	0	1	-3.789	1	5	8.093
18	1984	0.4083	0	-1	5.387	-1	7	5.403
19	1988	0.461	0	0	2.068	-1	6	3.272
20	1992	0.5345	0	-1	2.293	-1	1	3.692
21	1996	0.5474	0	1	2.918	1	3	2.268
22	2000	0.50265	0	0	1.219	1	8	1.605
23	2004	0.51233	0	1	2.69	-1	1	2.325

V - Prezident saýlawynda (iki partiýaly syýasat) ýeňeniň gazanan sesleriň paýy (Demokratlar + Respublikanlar = 1)

W - dummy görkeziji: 1920, 1944 we 1948 - nji ýyllar üçin W = 1, galan ýyllar üçin 0 (nol)

⁴⁸ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 312, Exercise 9.24

D - dummy görkeziji; Saýlawda ýeňiji Demokratlardan bolsa $D = 1$, Respublikanlardan bolsa $W = -1$, başga partiýadan bolsa $D = 0$

G - saýlaw ýylynyň 3 çärýeginde adam başyna düşýän girdejisiniň ösüş derejesi, göterimde

I - dummy görkeziji; $I = 1$ eger - de saýlaw girilende Prezident Demokratlardan bolsa, $I = 0$ eger - de Respublikanlardan bolsa

N - saýlawdan soňky 15 çärýegin dowamynda adam başyna düşýän girdejinin ösüş depgini 3.2% ýokary bolan çärýek sany

P - saýlawdan soňky 15 çärýegin dowamynda inflýasiýanyň ösüş depgini, göterimde

a) ABŞ - da Prezident saýlawlarynda haýsy syýasy partiýanyň, Demokratmy ýa - da Respublikan, dalaşgäriniň ýeňjekdigini çaklamak üçin şu aşakdaky (Şekil - 10) görkezilen ekonometriki modeliň regressiýasy düzüldi:

$$V = \beta_1 + \beta_2 W + \beta_3 D + \beta_4 G + \beta_5 I + \beta_6 N + \beta_7 P + u$$

Şekil - 10

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.590451328							
R Square	0.348632771							
Adjusted R Square	0.10437006							
Standard Error	0.067902839							
Observations	23							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	6	0.039485546	0.006580924	1.4272861	0.26457339			
Residual	16	0.073772729	0.004610796					
Total	22	0.113258275						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0.515340358	0.051970092	9.916094769	3.0881E-08	0.40516868	0.625512	0.405168684	0.625512031
W	-0.01352943	0.06910143	-0.19579095	0.84723876	-0.1600179	0.1329591	-0.16001792	0.132959052
D	0.043758886	0.028173639	1.553185458	0.13993359	-0.0159666	0.1034843	-0.01596656	0.103484332
G	-0.00182771	0.003372637	-0.54192253	0.59533911	-0.0089774	0.005322	-0.00897738	0.005321962
I	0.002902079	0.022048738	0.131621094	0.89692488	-0.0438392	0.0496433	-0.04383916	0.049643315
N	0.000625944	0.00583866	0.107206839	0.91595767	-0.0117515	0.0130033	-0.01175146	0.01300335
P	-0.00659826	0.00707351	-0.93281283	0.36478055	-0.0215934	0.0083969	-0.02159343	0.008396911

Regressiýa netijenamada (Şekil - 10) hiç bir garaşsyz görkezijiniň saýlawlarda ýeňijini çaklamada ähmiýetiniň ýokdugy görülýär.

- b) Eger regressiýanyň netijesi oňaýlyrak bolsady, onda, saýlawlarda ýeňmek üçin esasy görkezijileri bilip bilerdik.
- c) Chatterjee - niň tekli eden modeli aşakda görkezilen we regressiýa netijenama hem görkezilen (Şekil - 11):

$$V = \beta_1 + \beta_2 W + \beta_3 D + \beta_4 IG + \beta_5 I + \beta_6 N + \beta_7 P + u$$

Şekil - 11

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.880108787							
R Square	0.774591477							
Adjusted R Square	0.690063281							
Standard Error	0.03994479							
Observations	23							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	6	0.087728894	0.014621482	9.16370528	0.00019191			
Residual	16	0.02552938	0.001595586					
Total	22	0.113258275						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0.509177647	0.029690583	17.14946631	1.0097E-11	0.44623642	0.5721189	0.446236423	0.57211887
W	0.009590373	0.040795734	0.235082739	0.81712676	-0.0768927	0.0960735	-0.07689272	0.096073465
D	0.042640477	0.016056634	2.655629818	0.01726967	0.00860193	0.076679	0.008601933	0.076679021
I	-0.00983459	0.0131562	-0.7475248	0.46559212	-0.0377245	0.0180553	-0.03772448	0.018055312
N	-0.00420494	0.003505837	-1.19940998	0.24782966	-0.011637	0.0032271	-0.01163698	0.003227107
P	-0.0011818	0.003799554	-0.31103583	0.75978901	-0.0092365	0.0068729	-0.00923649	0.006872896
IG	0.009469026	0.001698384	5.575316334	4.1832E-05	0.00586861	0.0130694	0.005868614	0.013069438

Chatterjee modeliniň regressiýa netijenamasyna laýyklykda D we IG görkezijilerinden başga görkezijileriň saýlawyň netijesi üçin ähmiýeti ýok. Saýlaw gatnaşýan dalaşgäriň Demokratlardan bolmagy onuň gazanjak ses paýyny 0.042 artdyrýar, Respublikanlardan bolmagy bolsa gazanyljak ses paýynyň 0.042 azalmagyna sebäp bolýar. Saýlaw ýylyndaky 3 çärýegiň ösüş derejesiniň her 1% ýokarlanmagy deslapky Prezidentiň ses paýynyň 0.0094 artmagyna getirýär.

ÜNS BERIŇ: Dummy görkeziji ulanylanda, mysal üçin, ilkinji soragymyzda gyz talyp we oglan talyp, ýagny iki dummy dälde, ýekeje dummy ulandyk! Sebäbi durnukly görkeziji (intercept), oglan talyby aňladýar. Mysal üçin 5 welaýatdaky tapawutlary bilmek sileýärsiňiz, onda diňe 4 dummy ulanmaly, sebäbi durnukly görkeziji 5 - nji görkezijini aňladar. Mysal üçin Aziýaly, Ýewropaly we Amerikaly talyplaryň baha tapawudyny bilmek isleýärsiňiz, onda diňe 2 dummy ulanmaly!

“Billionaires” ady bilen 2012 – nji ýylda ýazylan ykdysadyýet boýunça ylmy işiň awtorlary, özüniň örän “adatdan daşary” we “ýiti” pikirleri bilen biliniýän Amerikan ykdysadçysy Peter T. Leeson we onuň kärdeşi Tino Sanandajidir. Bu işde öňe sürülýän pikir we sorag şu: Milýarderler nähili we haçan döreýärler? Ykdysadçylar işiň dowamynda eden “açyşlarynyň” biri: “Emläk hukugy we adam hukularynyň güýçli bolan, we ykdysady syýasaty ösüş maksatlaýyn ýöredilýän döwletlerde iri telekçiligiň ösýändigini we milýarderleriň peýda bolýandygyny, tersine, emläk hukugy we adam hukuklarynyň gowşak ýerlerinde, ykdysady syýasatyň bolsa ösüşe ters gelýän şekilde ýöredilýän ýerlerinde bolsa, telekeçileriň kiçi galýandygyny statistiki sanlar bilen we ekonometriki seljeriş arkaly subut edýärler. “Mes toprakda ösýän agaç güýçli we uzyn bolar, garyp toprakda ösýän agaç kiçi we gowşak bolar”, muny size ýolda duşan birinji daýhanyňyzam tassyklar. Ynha, alymlar, milýarderlere we milýardlarça dollarlyk iri kärhanalara netije hökmünde garamak arkaly, bularyň sanynyň azalýandygyna ýa – da köpeliýändigine seredip ykdysadyýetiň ýagdaýyna baha berip bilersiňiz diýýärler. Milýarderleriň we milýarder kärhanalaryň ykdysadyýete peýdasy bir barmyka? Milýarder diýilende biziň birinji göz önümize gelýän zat kaşan jaýynda gije – gündiz keýp çekýän, üsti - başy gymmat bahaly zatlardan doly bolan, beýlekilere ýokardan seredýän gopbamsy biri. Aslynda bu bize kommunistleriň kellämize salyp giden “baýlaryň” suraty. Şu günki günde milýarderleriň we milýard dollarlyk kärhanalaryň sanawyny görseňiz, bularyň ählisiniň örän işeňňir we profesýonal adamlar tarapyndan gurulýandygyny, we bularyň guran kärhanalarynda ýüz münlerçe adamlaryň ýokary aýlykly işleýändigini özüňiz hem görersiňiz! Onsoňam, diňe baý kärhana ýokary aýlyk berip biler. Kiçijek kärhana ýokary aýlykly iş ýeri döretmäge ukypsyzdyr! Siz nirede işläsiňiz gelýär: dünýäniň iň iri banklaryndan bolan Sumitomo Bank – damy, ýa – da köçäňiziň ugrundaky dükanjykdamy?

6 - NJY BÖLÜM. MULTICOLLINEARITY

Ähli ykdysady görkezijileriň arasynda bag bardyr. Ekonometriki modelleriň maksady, bagly görkeziji bilen garaşsyz görkezijiniň arasyndaky bagy takyklaşdyrmakdyr! Ýagny, bagly görkezijiniň garaşsyz görkezijä baglydygyny bilmek we bu bagy OLS usuly ulanmak arkaly matematiki şekilde orta çykarmak! Biziň girdejimiz kärhananyň peýdasyna baglydyr; kärhananyň peýdasy ençeme faktorlara baglydyr mysal üçin inflýasiýa derejesine; inflýasiýa derejesi merkezi bankynyň alyp barýan pul syýasatyna bagly; pul syýasaty ykdysady syýasata bagly; ykdysady syýasat bolsa halkara ykdysady we syýasy ýagdaýlara bagly! Ýöne, garaşsyz görkezijileriň arasynda, matematiki gurluşy “çyzykly” (linear) şekilde görkezip boljak bag bolanda ýagdaýlar nähili bolar? Garaşsyz görkezijileriň arasynda “güýçli” linear bagyň bolmagyna ekonometrikada - multicollinearity diýilýär. Eger - de ekonometriki modelimiziň regressiýasynda şu aşakdakylaryň biriniň döremegi, ekonometriki modelimizde multicollinearity meselesiniň bardygyny görkezýär:

- Bagly görkeziji üçin ähmiýetlidigini bilýändigimize garamazdan, garaşsyz görkezijiniň T - test hasabatynyň onuň “ähmiýetli dälidigini” görkezmeýi!
- Birnäçe garaşsyz görkezijileriň T - test hasabatlarynyň “ähmiýetsiz” netije bermegine garamazdan, R^2 netijesiniň ýokary bolmagy!
- Garaşsyz görkezijileriň arasyndaky correlation (baglanyşyk, gatnaşyk) gaty ýokary bolmagy.

Multicollinearity meselesiniň bolmagy, OLS usuly bilen tapylan kafisentlerimiziň “iň dogry” kafisentdigini hiç bir şekilde şübhe döretmeli däl! Alsynda, multicollinearity meselesi, ekonometriki seljerişlerde “adaty ýagdaý” diýip hasap edilýän meselelerdendir, we munyň üçin köp ykdysadçylaryň berýän maslahaty “howsala düşmäh”. Multicollinearity meselesi bar bolan modellerde edilip bilinjek işler:

- Hiç zat!
- Garaşsyz görkezijileriň birini modelden aýyrmak!

EXERCISE 10.27⁴⁹: Aşakda (Şekil - 1) 1975 - 2005 ýyllar aralygy üçin ABŞ - ýň importy, jemi içerki önümi (GDP) we alyjylaryň baha indeksi (CPI) barada maglumat berilen:

Şekil - 1

TABLE 10.13								
U.S. Imports, GDP, and CPI, 1975–2005								
(For all urban consumers; 1982–84 = 100, except as noted)								
Source: Department of Labor, Bureau of Labor Statistics.								
Year	CPI	GDP	Imports	Year	CPI	GDP	Imports	
1975	53.8	1,638.3	98185	1991	136.2	5,995.9	491020	
1976	56.9	1,825.3	124228	1992	140.3	6,337.7	536528	
1977	60.6	2,030.9	151907	1993	144.5	6,657.4	589394	
1978	65.2	2,294.7	176002	1994	148.2	7,072.2	668690	
1979	72.6	2,563.3	212007	1995	152.4	7,397.7	749374	
1980	82.4	2,789.5	249750	1996	156.9	7,816.9	803113	
1981	90.9	3,128.4	265067	1997	160.5	8,304.3	876470	
1982	96.5	3,225.0	247642	1998	163.0	8,747.0	917103	
1983	99.6	3,536.7	268901	1999	166.6	9,268.4	1029980	
1984	103.9	3,933.2	332418	2000	172.2	9,817.0	1224408	
1985	107.6	4,220.3	338088	2001	177.1	10,128.0	1145900	
1986	109.6	4,462.8	368425	2002	179.9	10,469.6	1164720	
1987	113.6	4,739.5	409765	2003	184.0	10,960.8	1260717	
1988	118.3	5,103.8	447189	2004	188.9	11,712.5	1472926	
1989	124.0	5,484.4	477665	2005	195.3	12,455.8	1677371	
1990	130.7	5,803.1	498438					

a) Aşakdaky ekonometrik modelin regressiýa netijenamasyňy (Şekil - 2) görkezilen:

$$\ln(\text{imports})_t = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{GDP})_t + \beta_3 \ln(\text{CPI})_t + u_t$$

$$\ln(\text{imports})_t = 1.43 + 1.83 \ln(\text{GDP})_t - 0.84 \ln(\text{CPI})_t$$

Şekil - 2

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.995951127							
R Square	0.991918647							
Adjusted R Square	0.991341408							
Standard Error	0.070913821							
Observations	31							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	17.28270756	8.64135378	1718.3832	5.0673E-30			
Residual	28	0.140805559	0.00502877					
Total	30	17.42351312						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1.437565686	0.269570465	5.332801153	1.117E-05	0.885375621	1.98975575	0.88537562	1.98975575
LnGDP	1.830067073	0.182181675	10.04528626	8.71E-11	1.456884829	2.20324932	1.45688483	2.20324932
LnCPI	-0.8432658	0.283792693	-2.97141477	0.0060283	-1.42458878	-0.2619428	-1.4245888	-0.2619428

⁴⁹ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 358, Exercise 10.27

Regressiýa netijenama laýyklykda jemi içerki önümiň 1% ýokarlanmagy importlaryň takmynan 1.83% artmagyna getirýär. Inflýasiýanyň (alyjylaryň baha indeksi) 1% ýokarlanmagy, importlaryň 0.84% düşmegine sebäp bolýar.

- b) $R^2 = 0.99$ ýagny örän ýokary bolmagy, multicollinearity meselesiniň bardygyna ýşarat edýär. Onsoňam, jemi içerki önümiň içinde inflýasiýa oturan bolsa muňa nominal jemi içerki önüm diýilýär, eger - de inflýasiýa çykarylan bolsa onda muňa hakyky jemi içerki önüm diýilýär. Ýagny, jemi içerki önüm bilen alyjylaryň baha indeksi arasynda güýçli correlation bar bolmagy mümkin. Muny barlamak üçin DATA ANALYSIS/CORRELATION test netijesi aşakda görkezilen. Görşüňiz ýaly jemi içerki önüm bilen alyjylaryň arasynda takmynan 1 - e - 1 baglanyşyk bar (ýokary derejeli baglanyşyk):

	<i>CPI</i>	<i>GDP</i>
<i>CPI</i>	1	
<i>GDP</i>	0.9804734	1

	<i>GDP</i>	<i>Imports</i>
<i>GDP</i>	1	
<i>Imports</i>	0.984814925	1

	<i>CPI</i>	<i>Imports</i>
<i>CPI</i>	1	
<i>Imports</i>	0.937352615	1

- c) Aşakdaky regressiýa netijenamalaryndan hem görünişi ýaly, 3 görkezijiniň hem bir - birleri bilen bagy gaty güýçli (R^2 gaty ýokary). Multicollinearity meselesiniň barlygyna şübhe ýok!

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.994670968							
R Square	0.989370335							
Adjusted R Square	0.989003795							
Standard Error	0.079915064							
Observations	31							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	17.23830701	17.23830701	2699.2139	3.57851E-30			
Residual	29	0.185206106	0.006386417					
Total	30	17.42351312						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	2.006855794	0.213707242	9.390677526	2.694E-10	1.569775408	2.44393618	1.56977541	2.44393618
LnGDP	1.29272008	0.024882032	51.95395986	3.579E-30	1.241830611	1.34360955	1.24183061	1.34360955

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.98122101							
R Square	0.96279467							
Adjusted R Square	0.961511728							
Standard Error	0.149510414							
Observations	31							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	16.77526557	16.77526557	750.45822	2.80845E-22			
Residual	29	0.64824755	0.022353364					
Total	30	17.42351312						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3.578293204	0.348057157	10.28076318	3.508E-11	2.86643639	4.29015002	2.86643639	4.29015002
LnCPI	1.986499274	0.072514549	27.39449248	2.808E-22	1.838190368	2.13480818	1.83819037	2.13480818

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.992628763							
R Square	0.985311861							
Adjusted R Square	0.984805374							
Standard Error	0.072281506							
Observations	31							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	10.1638754	10.1638754	1945.3822	3.8996E-28			
Residual	29	0.151513869	0.005224616					
Total	30	10.31538927						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1.169753585	0.168269855	6.951652652	1.216E-07	0.825603089	1.51390408	0.82560309	1.51390408
LnCPI	1.546263038	0.035057497	44.10648723	3.9E-28	1.474562407	1.61796367	1.47456241	1.61796367

EXERCISE 10.29⁵⁰: Aşakda (Şekil - 3) 1971 - 1986 ýyllar arasy ABŞ - da satylan ulaglar we degişli maglumatlar berilen.

Şekil - 3

TABLE 10.14 Passenger Car Data		Year	Y	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Source: <i>Business Statistics</i> , 1986, A Supplement to the <i>Current Survey of Business</i> , U.S. Department of Commerce.		1971	10,227	112.0	121.3	776.8	4.89	79,367
		1972	10,872	111.0	125.3	839.6	4.55	82,153
		1973	11,350	111.1	133.1	949.8	7.38	85,064
		1974	8,775	117.5	147.7	1,038.4	8.61	86,794
		1975	8,539	127.6	161.2	1,142.8	6.16	85,846
		1976	9,994	135.7	170.5	1,252.6	5.22	88,752
		1977	11,046	142.9	181.5	1,379.3	5.50	92,017
		1978	11,164	153.8	195.3	1,551.2	7.78	96,048
		1979	10,559	166.0	217.7	1,729.3	10.25	98,824
		1980	8,979	179.3	247.0	1,918.0	11.28	99,303
		1981	8,535	190.2	272.3	2,127.6	13.73	100,397
		1982	7,980	197.6	286.6	2,261.4	11.20	99,526
		1983	9,179	202.6	297.4	2,428.1	8.69	100,834
		1984	10,394	208.5	307.6	2,670.6	9.65	105,005
		1985	11,039	215.2	318.5	2,841.1	7.75	107,150
		1986	11,450	224.4	323.4	3,022.1	6.31	109,597

Y - satylan ulaglaryň mukdary, münde

X₂ - täze ulaglaryň baha indeksi

X₃ - ähli harytlaryň baha indeksi

X₄ - girdejiniň harajatlary üçin aýrylan bölegi, milýard USD

X₅ - karz göterimi, göterimde

X₆ - jemi işli adam sany, münde

a) Aşakdaky model regressiýa üçin saýlanyldy we netijenamasy (Şekil - 4) görkezilen:

$$\hat{Y}_t = 14660 - 98.5X_{3t} + 9.7X_{4t}$$

Şekil - 4

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.822408689							
R Square	0.676356052							
Adjusted R Square	0.626564676							
Standard Error	711.0957144							
Observations	16							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	13737489.26	6868744.628	13.58379903	0.000653791			
Residual	13	6573542.495	505657.115					
Total	15	20311031.75						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	14660.03146	1010.04519	14.51423323	2.07075E-09	12477.96149	16842.10143	12477.9615	16842.10143
X3	-98.52430559	18.9027642	-5.212163922	0.00016751	-139.3612449	-57.6873663	-139.36124	-57.6873663
X4	9.702819027	1.876487902	5.170733591	0.000180039	5.64891338	13.75672467	5.64891338	13.75672467

⁵⁰ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 359, Exercise 10.29

Regressiýa netijenama laýyklykda (Şekil - 4): harajatlar üçin aýrylan girdeji böleginiň 1 milýard USD artmagy, takmynan 9700 ulagyň artyk satylmagyna sebäp bolýar. Alyjylaryň Baha indeksiniň ýokarlanan her 1 indeksi üçin jemi satylan ulag sany takmynan 98500 ulag azalýar. (Bahalaryň ýokarlanmagy haryda talabyň azalmagyna sebäp bolýar).

- b) Ähli garaşsyz görkezijileri ekonometriki modele salyp bolmaz sebäbi käbir görkezijileriň arasynda örän güýçli bag bar, mysal üçin X_2 bilen X_3 arasynda, ýagny:

	X_2	X_3
X_2	1	
X_3	0.996864584	1

- c) Multicollinearity meselesini çözmek üçin garaşsyz görkezijileriň arasynda güýçli bag bolanlaryny modelden aýyryp çözüldi!

EXERCISE 10.30⁵¹: 1970 - nji ýyllarda ABŞ - da 6000 maşgalanyň girdejileri we beýleki degişli maglumatlary ýygnamak arkaly, aýlyklaryň galdyrylmagy işgärleriň iş sagadyny artdyrmagyna ýa - da azalmagyna getirjekligini seljeriş getirmek üçin aşakdaky (Şekil - 5) maglumatlar ýygnaýdy.

Hours - ýylda işlenen jemi sagat
 Rate - ortaça sagatlaýyn aýlyk, USD
 ERSP - aýalyň/adamyň ýyllyk gazanjy, USD
 ERNO - galan maşgala agzalaryň ýyllyk gazanjy, USD
 NEIN - gaýry ýyllyk girdeji, USD
 Assets - maşgalanyň jemi aktiwleri, USD
 Age - maşgala başynyň ortaça ýaşy
 Dep - garamagyndaky maşgala agzalaryň ortaça sany
 School - maşgala başynyň ortaça tamamlan okuw ýyly

⁵¹ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 360, Exercise 10.30

Şekil - 5

TABLE 10.15**Hours of Work and
Other Data for
35 Groups**Source: D. H. Greenberg and
M. Koster, *Income Guarantees
and the Working Poor*, Rand
Corporation, R-579-OEO,
December 1970.

Observation	Hours	Rate	ERSP	ERNO	NEIN	Assets	Age	DEP	School
1	2157	2.905	1121	291	380	7250	38.5	2.340	10.5
2	2174	2.970	1128	301	398	7744	39.3	2.335	10.5
3	2062	2.350	1214	326	185	3068	40.1	2.851	8.9
4	2111	2.511	1203	49	117	1632	22.4	1.159	11.5
5	2134	2.791	1013	594	730	12710	57.7	1.229	8.8
6	2185	3.040	1135	287	382	7706	38.6	2.602	10.7
7	2210	3.222	1100	295	474	9338	39.0	2.187	11.2
8	2105	2.493	1180	310	255	4730	39.9	2.616	9.3
9	2267	2.838	1298	252	431	8317	38.9	2.024	11.1
10	2205	2.356	885	264	373	6789	38.8	2.662	9.5
11	2121	2.922	1251	328	312	5907	39.8	2.287	10.3
12	2109	2.499	1207	347	271	5069	39.7	3.193	8.9
13	2108	2.796	1036	300	259	4614	38.2	2.040	9.2
14	2047	2.453	1213	297	139	1987	40.3	2.545	9.1
15	2174	3.582	1141	414	498	10239	40.0	2.064	11.7
16	2067	2.909	1805	290	239	4439	39.1	2.301	10.5
17	2159	2.511	1075	289	308	5621	39.3	2.486	9.5
18	2257	2.516	1093	176	392	7293	37.9	2.042	10.1
19	1985	1.423	553	381	146	1866	40.6	3.833	6.6
20	2184	3.636	1091	291	560	11240	39.1	2.328	11.6
21	2084	2.983	1327	331	296	5653	39.8	2.208	10.2
22	2051	2.573	1194	279	172	2806	40.0	2.362	9.1
23	2127	3.262	1226	314	408	8042	39.5	2.259	10.8
24	2102	3.234	1188	414	352	7557	39.8	2.019	10.7
25	2098	2.280	973	364	272	4400	40.6	2.661	8.4
26	2042	2.304	1085	328	140	1739	41.8	2.444	8.2
27	2181	2.912	1072	304	383	7340	39.0	2.337	10.2
28	2186	3.015	1122	30	352	7292	37.2	2.046	10.9
29	2188	3.010	990	366	374	7325	38.4	2.847	10.6
30	2077	1.901	350	209	95	1370	37.4	4.158	8.2
31	2196	3.009	947	294	342	6888	37.5	3.047	10.6
32	2093	1.899	342	311	120	1425	37.5	4.512	8.1
33	2173	2.959	1116	296	387	7625	39.2	2.342	10.5
34	2179	2.971	1128	312	397	7779	39.4	2.341	10.5
35	2200	2.980	1126	204	393	7885	39.2	2.341	10.6

- a) Regressiya netijenamasy aşakda (Şekil - 6) berilen.
- b) Regressiýamyzda multicollinearity meselesiniň bardyggy görünýär sebäbi jemi 8 garaşsyz görkezijiniň diňe biriniň (ERNO) T - testiniň netijesi (-2.19) 95% ähtimallyk bilen bu görkezijiniň ähmiýetlidigini (significant) görkezmegine garamazdan, $R^2 = 0.825$, örän ýokary!
- c) Multicollinearity meselesini çözmek üçin ilki bilen haýsy garaşsyz görkezijileriň arasynda güýçli we gönümel matematiki bagyň bardygyny anyklamak gerekli, munyň üçin garaşsyz görkezijileriň arasyndaky correlation testi amala aşyrmaly. Ondan soňra, şol bir - birine gaty bagly garaşsyz görkezijileriň birini modelden aýyrmaly.

Şekil - 6

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.908600493							
R Square	0.825554856							
Adjusted R Square	0.771879428							
Standard Error	30.62278534							
Observations	35							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	8	115385.1133	14423.13917	15.38049858	4.5684E-08			
Residual	26	24381.62953	937.754982					
Total	34	139766.7429						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1904.577582	251.9332788	7.559849145	5.02627E-08	1386.72131	2422.433853	1386.72131	2422.43385
Rate	-93.75255153	47.14499789	-1.988600185	0.057366819	-190.660483	3.155379512	-190.66048	3.15537951
ERSP	0.000225467	0.038254781	0.005893816	0.995342433	-0.07840836	0.078859295	-0.0784084	0.07885929
ERNO	-0.214966303	0.097939175	-2.194895989	0.037298296	-0.41628316	-0.013649445	-0.4162832	-0.0136494
NEIN	0.157208	0.516405885	0.304427205	0.763225794	-0.9042795	1.218695499	-0.9042795	1.2186955
Assets	0.015572397	0.025404822	0.612970127	0.545221126	-0.03664796	0.067792756	-0.036648	0.06779276
Age	-0.348636374	3.722331365	-0.093660757	0.926096684	-7.99999807	7.302725327	-7.9999981	7.30272533
DEP	20.72803297	16.88047291	1.227929637	0.2304743	-13.970276	55.42634196	-13.970276	55.426342
School	37.3256255	22.66519558	1.646825653	0.11162936	-9.26335124	83.91460224	-9.2633512	83.9146022

d) Rate (90% ähtimallyk bilen ähmiýetli görkeziji) we ERNO (95% äthimallyk bilen ähmiýetli görkeziji) görkezijileriniň kafisentine laýyklykda, sagatlaýyn tölegiň we gaýry girdejileriň artmagy, iş sagadynyň azalmagyna sebäp bolar! (Galan görkezijiler ähmiýetlilik testi geçmänligi üçin seljerişde ulanamyzok!)

EXERCISE 10.31⁵²: Aşakda (Şekil - 7) ABŞ - yň 47 welaýatyndan 1960 - ný ýyldaky jenaýat bilen baglanyşykly statistiki maglumaty berilen:

R - jenaýat arzalary, her 1,000,000 ilatdan

Age - 14 - 24 ýaşly erkek sany, her 1000 ilatdan

S - dummy görkeziji, günortada ýerleşýän welaýatlar (S = 1 günorta, S = 0 däl)

ED - 25 ýaşly we şondan uly raýatyň ortaça mekdepde okan ýyl sany *10

EX₀ - 1960 - ný ýylda her bir welaýatyň adam başyna düşýän polisiýa işgärleri üçin çykdaý

EX₁ - 1959 - ný ýylda her bir welaýatyň adam başyna düşýän polisiýa işgärleri üçin çykdaý

LF - erkek işgär güýji, her 1000 ilatdan

M - erkek sany, her 1000 aýala düşýän

N - welaýatyň ilat sany, 100,000 bölünen

⁵² Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 361, Exercise 10.31

NW - Ýewropeid däl ilat sany, her 1000 ilatdan

U_1 - şäherde ýaşayan işsiz erkek sany, her 1000 ilatdan, 14 - 24 ýaş aralygy

U_2 - şäherde ýaşayan işsiz erkek sany, her 1000 ilatdan, 35 - 39 ýaş aralygy

W - girdeji USD, 10 bölünen

X - girdejisi, ortaça girdejiniň ýarysyndan az bolan maşgala sany, 1000 maşgaladan

Şekil - 7

TABLE 10.16 U.S. Crime Data for 47 States in 1960

Observation	R	Age	S	ED	EX ₀	EX ₁	LF	M	N	NW	U ₁	U ₂	W	X
1	79.1	151	1	91	58	56	510	950	33	301	108	41	394	261
2	163.5	143	0	113	103	95	583	1012	13	102	96	36	557	194
3	57.8	142	1	89	45	44	533	969	18	219	94	33	318	250
4	196.9	136	0	121	149	141	577	994	157	80	102	39	673	167
5	123.4	141	0	121	109	101	591	985	18	30	91	20	578	174
6	68.2	121	0	110	118	115	547	964	25	44	84	29	689	126
7	96.3	127	1	111	82	79	519	982	4	139	97	38	620	168
8	155.5	131	1	109	115	109	542	969	50	179	79	35	472	206
9	85.6	157	1	90	65	62	553	955	39	286	81	28	421	239
10	70.5	140	0	118	71	68	632	1029	7	15	100	24	526	174
11	167.4	124	0	105	121	116	580	966	101	106	77	35	657	170
12	84.9	134	0	108	75	71	595	972	47	59	83	31	580	172
13	51.1	128	0	113	67	60	624	972	28	10	77	25	507	206
14	66.4	135	0	117	62	61	595	986	22	46	77	27	529	190
15	79.8	152	1	87	57	53	530	986	30	72	92	43	405	264
16	94.6	142	1	88	81	77	497	956	33	321	116	47	427	247
17	53.9	143	0	110	66	63	537	977	10	6	114	35	487	166
18	92.9	135	1	104	123	115	537	978	31	170	89	34	631	165
19	75.0	130	0	116	128	128	536	934	51	24	78	34	627	135
20	122.5	125	0	108	113	105	567	985	78	94	130	58	626	166
21	74.2	126	0	108	74	67	602	984	34	12	102	33	557	195
22	43.9	157	1	89	47	44	512	962	22	423	97	34	288	276
23	121.6	132	0	96	87	83	564	953	43	92	83	32	513	227
24	96.8	131	0	116	78	73	574	1038	7	36	142	42	540	176
25	52.3	130	0	116	63	57	641	984	14	26	70	21	486	196
26	199.3	131	0	121	160	143	631	1071	3	77	102	41	674	152
27	34.2	135	0	109	69	71	540	965	6	4	80	22	564	139
28	121.6	152	0	112	82	76	571	1018	10	79	103	28	537	215
29	104.3	119	0	107	166	157	521	938	168	89	92	36	637	154
30	69.6	166	1	89	58	54	521	973	46	254	72	26	396	237
31	37.3	140	0	93	55	54	535	1045	6	20	135	40	453	200
32	75.4	125	0	109	90	81	586	964	97	82	105	43	617	163
33	107.2	147	1	104	63	64	560	972	23	95	76	24	462	233
34	92.3	126	0	118	97	97	542	990	18	21	102	35	589	166
35	65.3	123	0	102	97	87	526	948	113	76	124	50	572	158
36	127.2	150	0	100	109	98	531	964	9	24	87	38	559	153
37	83.1	177	1	87	58	56	638	974	24	349	76	28	382	254
38	56.6	133	0	104	51	47	599	1024	7	40	99	27	425	225
39	82.6	149	1	88	61	54	515	953	36	165	86	35	395	251
40	115.1	145	1	104	82	74	560	981	96	126	88	31	488	228
41	88.0	148	0	122	72	66	601	998	9	19	84	20	590	144
42	54.2	141	0	109	56	54	523	968	4	2	107	37	489	170
43	82.3	162	1	99	75	70	522	996	40	208	73	27	496	224
44	103.0	136	0	121	95	96	574	1012	29	36	111	37	622	162
45	45.5	139	1	88	46	41	480	968	19	49	135	53	457	249
46	50.8	126	0	104	106	97	599	989	40	24	78	25	593	171
47	84.9	130	0	121	90	91	623	1049	3	22	113	40	588	160

Şekil - 8

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.854186532							
R Square	0.729634632							
Adjusted R Square	0.696663246							
Standard Error	21.30134851							
Observations	47							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	5	50205.63121	10041.12624	22.12932827	1.1049E-10			
Residual	41	18603.64539	453.7474486					
Total	46	68809.2766						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-524.374327	95.11556924	-5.513023064	2.12659E-06	-716.464116	-332.284538	-716.464116	-332.284538
AGE	1.01982185	0.353202729	2.887355521	0.006175068	0.30651447	1.733129233	0.30651447	1.733129233
ED	2.03077257	0.474188981	4.282622865	0.000108615	1.0731285	2.988416644	1.0731285	2.988416644
EX	1.23312222	0.14163467	8.706358528	7.25967E-11	0.9470852	1.51915924	0.9470852	1.51915924
U2	0.913608149	0.434091937	2.104642058	0.041495841	0.0369417	1.790274601	0.0369417	1.790274601
X	0.634925681	0.146846001	4.323751932	9.55936E-05	0.33836417	0.931487197	0.33836417	0.931487197

Ýokardaky regressiýa netijenama saýlanyldy (Şekil - 8) we muňa laýyklykda: 14 - 24 ýaşlylaryň artmagy, 25 ýaşdan ulularyň okan ýyllarynyň artmagy, polisiýa çykadjylaryň artmagy, 34 - 35 ýaşlylaryň işsizliginiň artmagy we garyp maşgalalaryň sanynyň artmagy jenaýatyň artmagyna getirýär!

EXERCISE 10.33⁵³: Aşakda (Şekil - 9) degişli maglumatlar berilen:

- Y - işli adamlaryň sany, münde
- X_1 - jemi içerki önümiň baha deflyatory
- X_2 - jemi içerki önüm
- X_3 - işsiz adamlaryň sany, münde
- X_4 - harby gullukda işleýänleriň sany, münde
- X_5 - hususy pudakda işleýänleriň sany, münde
- X_6 - ýyllar (trend)

⁵³ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 361, Exercise 10.33

Şekil - 9

TABLE 10.17
Updated Longley
Data, 1959–2005

Source: Department of Labor,
Bureau of Labor Statistics and
[http://siadapp.dmdc.osd.mil/
personnel/MILITARY/Miltop.
htm](http://siadapp.dmdc.osd.mil/personnel/MILITARY/Miltop.htm).

Observation	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
1959	64,630	82.908	509,300	3,740	2552	120,287	1
1960	65,778	84.074	529,500	3,852	2514	121,836	2
1961	65,746	85.015	548,200	4,714	2573	123,404	3
1962	66,702	86.186	589,700	3,911	2827	124,864	4
1963	67,762	87.103	622,200	4,070	2737	127,274	5
1964	69,305	88.438	668,500	3,786	2738	129,427	6
1965	71,088	90.055	724,400	3,366	2722	131,541	7
1966	72,895	92.624	792,900	2,875	3123	133,650	8
1967	74,372	95.491	838,000	2,975	3446	135,905	9
1968	75,920	99.56	916,100	2,817	3535	138,171	10
1969	77,902	104.504	990,700	2,832	3506	140,461	11
1970	78,678	110.046	1,044,900	4,093	3188	143,070	12
1971	79,367	115.549	1,134,700	5,016	2816	145,826	13
1972	82,153	120.556	1,246,800	4,882	2449	148,592	14
1973	85,064	127.307	1,395,300	4,365	2327	151,476	15
1974	86,794	138.82	1,515,500	5,156	2229	154,378	16
1975	85,846	151.857	1,651,300	7,929	2180	157,344	17
1976	88,752	160.68	1,842,100	7,406	2144	160,319	18
1977	92,017	170.884	2,051,200	6,991	2133	163,377	19
1978	96,048	182.863	2,316,300	6,202	2117	166,422	20
1979	98,824	198.077	2,595,300	6,137	2088	169,440	21
1980	99,303	216.073	2,823,700	7,637	2102	172,437	22
1981	100,397	236.385	3,161,400	8,273	2142	174,929	23
1982	99,526	250.798	3,291,500	10,678	2179	177,176	24
1983	100,834	260.68	3,573,800	10,717	2199	179,234	25
1984	105,005	270.496	3,969,500	8,539	2219	181,192	26
1985	107,150	278.759	4,246,800	8,312	2234	183,174	27
1986	109,597	284.895	4,480,600	8,237	2244	185,284	28
1987	112,440	292.691	4,757,400	7,425	2257	187,419	29
1988	114,968	302.68	5,127,400	6,701	2224	189,233	30
1989	117,342	314.179	5,510,600	6,528	2208	190,862	31
1990	118,793	326.357	5,837,900	7,047	2167	192,644	32
1991	117,718	337.747	6,026,300	8,628	2118	194,936	33
1992	118,492	345.477	6,367,400	9,613	1966	197,205	34
1993	120,259	353.516	6,689,300	8,940	1760	199,622	35
1994	123,060	361.026	7,098,400	7,996	1673	201,970	36
1995	124,900	368.444	7,433,400	7,404	1579	204,420	37
1996	126,708	375.429	7,851,900	7,236	1502	207,087	38
1997	129,558	381.663	8,337,300	6,739	1457	209,846	39
1998	131,463	385.881	8,768,300	6,210	1423	212,638	40
1999	133,488	391.452	9,302,200	5,880	1380	215,404	41
2000	136,891	399.986	9,855,900	5,692	1405	218,061	42
2001	136,933	409.582	10,171,600	6,801	1412	220,800	43
2002	136,485	416.704	10,500,200	8,378	1425	223,532	44
2003	137,736	425.553	11,017,600	8,774	1423	226,223	45
2004	139,252	437.795	11,762,100	8,149	1411	228,892	46
2005	141,730	451.946	12,502,400	7,591	1378	231,552	47

a) Aşağıda (Şekil - 10) varsayımların gözlemlenen correlation testi gözlemlenen:

Şekil - 10

	X1	X2
X1	1	
X2	0.969383	1
	X4	X5
X4	1	
X5	-0.87096	1

- b) Regressiýa netijenamasy aşakda (Şekil - 11) görşüňiz ýaly, ýekeje görkezijiniň (X_6) ähmiýetli bolmagyna (T - test = 2.13) garamazdan, $R^2=0.93$, ýagny örän ýokary! Bu, modelde multicollinearity meselesiniň bardygyny aňladýar!

Şekil - 11

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.966647331							
R Square	0.934407063							
Adjusted R Square	0.924568123							
Standard Error	7613.497052							
Observations	47							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	6	3.303E+10	5504985071	94.97029298	4.413E-22			
Residual	40	2.319E+09	57965337.4					
Total	46	3.535E+10						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	136727.7553	117433.75	1.16429689	0.251201208	-100614.72	374070.226	-100614.72	374070.2262
X1	-64.2300581	78.377444	-0.8194967	0.417359386	-222.63678	94.1766652	-222.63678	94.17666523
X2	-0.00199539	0.0018095	-1.1027594	0.276722399	-0.0056524	0.00166165	-0.0056524	0.00166165
X3	-0.2664795	1.1916358	-0.223625	0.824187357	-2.6748653	2.14190631	-2.6748653	2.141906306
X4	1.905285494	4.3322955	0.4397866	0.662458791	-6.8506102	10.6611812	-6.8506102	10.66118123
X5	-0.7731831	0.9871616	-0.7832386	0.438100037	-2.7683111	1.22194491	-2.7683111	1.221944913
X6	5015.101985	2351.4568	2.13276384	0.039132726	262.63057	9767.5734	262.63057	9767.573404

Ünsüňizi iki sany ylmy işe çekmek isleýäriň William Baumol tarapyndan ýazylan “Entrepreneurship: Productive, Unproductive and Destructive” (1990) we Robert Hall we Charles Jones tarapyndan ýazylan “Why do some countries produce so much more output per worker than others?” (1999). Bu belli ykdysadçylar meselä “her uçdan” tutup başlan hem bolsalar, bir netijä gelýärler! Baumol – yň işinde, aslynda telekeçiligiň hemişe ykdysady ösüşe getirmeýändigini we galybersede ykdysadyýet üçin “ýykyjy” (destructive) telekeçiligiň görnüşiniň döräp bilýändigini taryhy nusgalar we statistika bilen görkezýär. Ýagny telekeçilik işiniň ykdysadyýet üçin nähili boljagyny diňe döwlet guramalarynyň işleýşine baglydygyny aýdýar. Gadymy Rim we Hytaý Imperiýalaryndan biziň döwrümize çenli mysallar getirýär. Hall bilen Jones bolsa, ösüşüň diňe belli bir paýynyň maýa goýumy bilen bilime baglydygyny we aslynda iňňän ähmiýetli ýer döwlet guramalarynyňkydygyny nygtaýar. Muňa mysal hökmünde 1991 – nji ýylda dagap giden Sowet Sosialistik Döwletleriň Birligini (SSDB) we Hytaý Halk Respublikasyny (HHR) getirýär. Adam başyna düşýän kapitalyň boldugyna garamazdan, bilimli raýatlaryň köpdüğine garamazdan SSDB – nyň ykdysady ösüşi 1950 – nji ýyllardan soň ösen döwletleriňkiden ep – esli yza galyp başlamagynyň esasy sebäbi döwlet guramalarynyň “hyýaly” fantaziýalarydyr we ahyr soňy bu “hyýaly” fantaziýalar bu döwletiň 1991 – nji ýylda soňunyň ýetmeginede getiripdi. HHR baştutanlary muňa 1970 – nji ýyllarda düşüniş wagtynda ykdysady ösüş üçin gerekli ädimleri ätmäge başladyrlar we döwlet guramalarynyň işleýşini düýbünden üýtgetdiler! Bu akyldar ykdysadçy alymlaryň ýazan işinden şuna düşüňýärsiň – “Döwlet guramalary ykdysadyýete işlemeli, ykdysadyýet döwlet guramalaryna işlemeli däl!”

EXERCISE 10.34⁵⁴: Aşakda (Şekil - 12) cheddar görnüşi peýniriň 30 dürlüsi berilen we adamlaryň dadyp görenden soňra pikirleri soralan (Taste).

Taste - tagamy

Acetic - düzümindäki asetik asid konsentratynyň logarithmasy

H₂S - düzümindäki hidrosulfatyň konsentratynyň logarithmasy

Lactic - düzümindäki laktik konsentraty

Şekil - 12

TABLE 10.18

Chemicals in Cheeses

Source: <http://lib.stat.cmu.edu/DASL/Datafiles/Cheese.html>.

Obs.	Taste	Acetic	H ₂ S	Lactic
1	12.30000	4.543000	3.135000	0.860000
2	20.90000	5.159000	5.043000	1.530000
3	39.00000	5.366000	5.438000	1.570000
4	47.90000	5.759000	7.496000	1.810000
5	5.600000	4.663000	3.807000	0.990000
6	25.90000	5.697000	7.601000	1.090000
7	37.30000	5.892000	8.726000	1.290000
8	21.90000	6.078000	7.966000	1.780000
9	18.10000	4.898000	3.850000	1.290000
10	21.00000	5.242000	4.174000	1.580000
11	34.90000	5.740000	6.142000	1.680000
12	57.20000	6.446000	7.908000	1.900000
13	0.700000	4.477000	2.996000	1.060000
14	25.90000	5.236000	4.942000	1.300000
15	54.90000	6.151000	6.752000	1.520000
16	40.90000	3.365000	9.588000	1.740000
17	15.90000	4.787000	3.912000	1.160000
18	6.400000	5.142000	4.700000	1.490000
19	18.00000	5.247000	6.174000	1.630000
20	38.90000	5.438000	9.064000	1.990000
21	14.00000	4.564000	4.949000	1.150000
22	15.20000	5.298000	5.220000	1.330000
23	32.00000	5.455000	9.242000	1.440000
24	56.70000	5.855000	10.19900	2.010000
25	16.80000	5.366000	3.664000	1.310000
26	11.60000	6.043000	3.219000	1.460000
27	26.50000	6.458000	6.962000	1.720000
28	0.700000	5.328000	3.912000	1.250000
29	13.40000	5.802000	6.685000	1.080000
30	5.500000	6.176000	4.787000	1.250000

- a) Scatterplot bolanok sebäbi ähli nokatlar bir - biriniň üstüne düşýär!
- b) Regressiýa netijenasyna (Şekil - 12) laýyklykda: peýniriň düzümindäki gidrosulfat konsentratynyň 1% artmagy, tagamlylygy takmynan 5.5 nokat artmagyna getirýär.

⁵⁴ Basic Econometrics, Damodar N. Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 361, Exercise 10.34

Şekil - 12

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.76698042							
R Square	0.587825888							
Adjusted R Square	0.557294472							
Standard Error	10.81570105							
Observations	30							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	4504.44316	2252.22158	19.25314875	6.36194E-06			
Residual	27	3158.443507	116.9793891					
Total	29	7662.886667						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-25.67617917	16.32977744	-1.57235328	0.127515091	-59.18211484	7.8297565	-59.1821148	7.829756504
Acetic	3.253508478	3.113979461	1.044807302	0.305376497	-3.135849607	9.64286656	-3.13584961	9.642866563
H2S	5.499416031	0.980732971	5.60745503	5.9873E-06	3.487118193	7.51171387	3.48711819	7.51171387

- c) Tegressiýa netijenamasyna (Şekil - 13) laýyklykda: peýniriň düzümindäki hidrosulfatyň 1% artmagy tagamlylygy takmynan 4 nokat, laktik asidiň 1 nokat artmagy bolsa tagamlylygy takmynan 20 nokat artmagyna getirýär.

Şekil - 13

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.807280842							
R Square	0.651702358							
Adjusted R Square	0.625902533							
Standard Error	9.942362328							
Observations	30							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	4993.921313	2496.960656	25.25995237	6.55137E-07			
Residual	27	2668.965354	98.85056866					
Total	29	7662.886667						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-27.59181523	8.98182528	-3.07196081	0.004812921	-46.02099844	-9.16263203	-46.0209984	-9.16263203
H2S	3.946267336	1.135692166	3.474768475	0.001742869	1.616019492	6.27651518	1.61601949	6.276515179
Lactic	19.88720448	7.959009069	2.498703583	0.01884987	3.556666788	36.2177422	3.55666679	36.21774216

- d) Regressiýa netijenama (Şekil - 14) laýyklykda: peýniriň düzümindäki hidrosulfatyň 1% artmagy tagamlylygy takmynan 4 nokat, laktik asidiň 1 nokat artmagy bolsa tagamlylygy takmynan 19 nokat artmagyna getirýär.

Şekil - 14

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.8094379							
R Square	0.655189714							
Adjusted R Square	0.615403912							
Standard Error	10.08090759							
Observations	30							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	5020.644524	1673.548175	16.46792769	3.35986E-06			
Residual	26	2642.242142	101.6246978					
Total	29	7662.886667						
Coefficients								
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-34.1349121	15.67628074	-2.17748793	0.038708084	-66.35796865	-1.91185556	-66.3579686	-1.91185556
Acetic	1.538645157	3.00050105	0.512796074	0.612423478	-4.628973081	7.7062634	-4.62897308	7.706263396
H2S	3.915241382	1.153106261	3.395386455	0.002210352	1.544997516	6.28548525	1.54499752	6.285485248
Lactic	18.8023472	8.342613569	2.2537718	0.032866646	1.653859413	35.950835	1.65385941	35.95083499

e) Regressiyalardan (Şekil - 13) saylanardır, sebebi Acetic hiç bir regressiyada önemli bolup görünmedi. Aşakda (Şekil - 15) correlation test netijeleri görkezilen.

Şekil - 15

	Acetic	H2S
Acetic	1	
H2S	0.270009561	1
	H2S	Lactic
H2S	1	
Lactic	0.644812285	1
	Acetic	Lactic
Acetic	1	
Lactic	0.360732711	1

7 - NJI BÖLÜM. HETEROSCEDASTICITY

OLS usulyny ulanmagyň şertlerinden biri⁵⁵: Ýalňyslyklaryň, çaklamalaryň töwereginde (ýa - da çaklamalar çyzygynyň töwereginde) deň derejede “syçrama” şertidir. Muňa, ekonometrikidi dilde “homoscedasticity” diýilýär. Ýagny:

$$\text{var}(u_i) = \sigma^2$$

Ençeme sebäplerden ýaña modelimiziň bu şerti bozulup bilýär (maglumatlaryň ýalňys ýygnaľmagy; adamlaryň wagtyň geçmegi bilen geçen döwürde edilen ýalňyslyklary gelejek döwürlerde düzeltmek - öwrenmek ýagdaýy; ekonometriki modelimiziň ýalňys matematiki şekilde bolmagy; garaşsyz görkezijileriň birinde skewness - gysarma bolan ýagdaýynda) we ekonometriki modellerimizi hökmany derejede heteroscedasticity testi arkaly barlamaly. Modelimizde heteroscedasticity meselesiniň bolmagy ýagdaýynda, aslynda ähmiýetli bolan görkezijimiziň, “ähmiýetsiz” görünmegi gaty mümkindir, sebäbi şol görkeziji iň dogra ýakyn hem bolsa, variance (umumy ýalňyslygy) ýokary bolany sebäpli T - testi dogry maglumaty görkezmän bilýär. Şonuň üçinem, ekonometriki modellerimiziň regressiýasyndan soňra, hökmany suratda heteroscedasticity testini geçirmeli we heteroscedasticity meselesiniň barlygyny ýa - da ýoklugyny anyklamaly. Heteroscedasticity anyklama testleri az däl: Park testi, White testi, Glejser testi, Goldfeld - Quandt testi, Breusch - Pagan - Godfrey testi, we başgalary. Hiç bir testiň bir - birinden üstünligi ýokdur we men bu kitapda **Park testi** we **White testi** ulanmakçy. Eger - de heteroscedasticity meselesi bar bolan ýagdaýynda, muny **GLS (Generalized Least Squares)** usuly arkaly düzeltmeli!

EXERCISE 11.22⁵⁶: Aşakda (Şekil - 1) 1969 - nýy ýylda ýurtlardaky kärhanalaryň paýnamalarynyň bahalarynyň üýtgemegi (Stock Prices, Y) we alyjylaryň baha (Consumer prices, X) üýtgemeleri görkezilen:

- a) Birinjilik bilen regressiýa netijenamsyny we ýalňyslyklaryň sanawyny alalyň (Şekil - 2): Regressiýa netijenamasynda görünişi ýaly, alyjylaryň bahalarynyň tapawudynyň 1 ýokarlanmagy, paýnamalaryň bahalarynyň tapawudynyň 0.75 ýokarlanmagyna getirýär. Ýagny, harytlaryň we hyzmatlaryň bahalarynyň ýokarlanmagy, paýnamalaryň hem bahalarynyň gymmatlamagyna

⁵⁵ Şu kitabyň 2 - nji bölümi.

⁵⁶ Basic Econometrics, Damodar N. Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 408, Exercise 11.22

getirýär. Paýnamalaryň bahalarynyň üýtgemegine takmynan harytlaryň we hyzmatlaryň bahalarynyň üýtgemegi 58% täsirini ýetirýär ($R^2=0.58$).

Şekil - 1

TABLE 11.9 Stock and Consumer Prices, Post-World War II Period (through 1969)		Rate of Change, % per Year	
		Stock Prices,	Consumer Prices,
Country		Y	X
1. Australia		5.0	4.3
2. Austria		11.1	4.6
3. Belgium		3.2	2.4
4. Canada		7.9	2.4
5. Chile		25.5	26.4
6. Denmark		3.8	4.2
7. Finland		11.1	5.5
8. France		9.9	4.7
9. Germany		13.3	2.2
10. India		1.5	4.0
11. Ireland		6.4	4.0
12. Israel		8.9	8.4
13. Italy		8.1	3.3
14. Japan		13.5	4.7
15. Mexico		4.7	5.2
16. Netherlands		7.5	3.6
17. New Zealand		4.7	3.6
18. Sweden		8.0	4.0
19. United Kingdom		7.5	3.9
20. United States		9.0	2.1

Source: Phillip Cagan, *Common Stock Values and Inflation: The Historical Record of Many Countries*, National Bureau of Economic Research, Suppl., March 1974, Table 1, p. 4.

b) Indiki ädim bolsa heteroscedasticity anyklama testlerini geçirmeli. Ilki bilen Park testi bilen başlalyň. Park testi üçin gerekli zatlar:

- Ýalňyşlyklar (residuals)

Ýalňyşlyklary tapmak üçin bolsa adaty regressiýany etmek ýeterlikdir (Şekil - 2). Ýalňyşlyklar tapylandan soň şuny amala aşyrmaly:

$$\ln(\hat{u}_i^2) = \beta + a \ln(X_i)$$

Eger - de garaşsyz görkezijimiz “ähmiýetli” bolýsa (T - test), diýmek, heteroscedasticity meselesi bar! “Ähmiýetsiz” bolmagy bolsa, heteroscedasticity meselesiniň ýoklugyny aňladar. Park testi diýilip ynha şuna aýdylýar. Aşakda (Şekil - 3) Park testi regressiýa netijenamasy görkezilen we görşüňiz ýaly, garaşsyz görkeziji ýalňyşlyklar üçin “ähmiýetsiz” (T - test = - 0.49).

Şeki - 2

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.765754781							
R Square	0.586380384							
Adjusted R Square	0.563401517							
Standard Error	3.390969075							
Observations	20							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	293.425917	293.4259172	25.5182456	8.305E-05			
Residual	18	206.976083	11.49867127					
Total	19	500.402						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	4.610282086	1.08490551	4.249478	0.00048222	2.33098019	6.889583978	2.330980194	6.889583978
X	0.757433413	0.14994053	5.051558727	8.305E-05	0.44242004	1.072446786	0.442420041	1.072446786
RESIDUAL OUTPUT								
	<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>					
	1	7.867245763	-2.86724576					
	2	8.094475787	3.00552421					
	3	6.428122278	-3.22812228					
	4	6.428122278	1.47187772					
	5	24.6065242	0.8934758					
	6	7.791502422	-3.99150242					
	7	8.776165859	2.32383414					
	8	8.170219129	1.72978087					
	9	6.276635595	7.0233644					
	10	7.640015739	-6.14001574					
	11	7.640015739	-1.24001574					
	12	10.97272276	-2.07272276					
	13	7.10981235	0.99018765					
	14	8.170219129	5.32978087					
	15	8.548935835	-3.84893584					
	16	7.337042374	0.16295763					
	17	7.337042374	-2.63704237					
	18	7.640015739	0.35998426					
	19	7.564272398	-0.0642724					
	20	6.200892254	2.79910775					

Şekil -3

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.115410753							
R Square	0.013319642							
Adjusted R Square	-0.04149593							
Standard Error	2.451650753							
Observations	20							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	1.460514189	1.460514189	0.242990097	0.62801433			
Residual	18	108.1906455	6.010591417					
Total	19	109.6511597						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1.783783544	1.583910613	1.126189527	0.274876744	-1.5438892	5.11145626	-1.543889173	5.11145626
lnX	-0.50821833	1.030993753	-0.49294026	0.628014329	-2.6742558	1.65781917	-2.674255825	1.657819174

Park testi eger ekonometrik modelinizde ýekeje garaşsyz model bar bolsa ulanmak has hem oňaýly bolar. Eger - de modelinizde birden köp garaşsyz görkeziji bar bolsa, onda heteroscedasticity anyklamak üçin White testini ulanmagyňyzy maslahat berýärim! Ýöne bu, “ýekeje garaşsyz görkeziji bilen White test ulanylmaýar” diýmegi aňladýan däl! Ýokardaky regressiýany White test ulanmak arkaly heteroscedasticity meselesini anyklalyň. White test üçin gerekli zatlar:

- Ýalňyslyklar (residuals)

Ýalňyslyklary tapmak üçin bolsa adaty regressiýany etmek ýeterlikdir (Şekil - 2). Ýalňyslyklar tapylandan soň şu regressiýany amala aşyrmaly:

$$(\hat{u}_i^2) = \beta + \alpha(X_i) + \gamma(X_i^2)$$

Ýokardaky modeliň regressiýa netijenamasy aşakda (Şekil - 4) berilen.

Şekil - 4

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.244197937							
R Square	0.059632632							
Adjusted R Square	-0.05099882							
Standard Error	13.76538611							
Observations	20							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	204.273555	102.1367775	0.539020592	0.59296516			
Residual	17	3221.259529	189.4858547					
Total	19	3425.533084						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	19.13240704	11.82976815	1.617310398	0.12421465	-5.8262221	44.0910362	-5.82622092	44.09103617
X	-2.32300606	3.322171069	-0.69924336	0.493856982	-9.3321743	4.68616221	-9.332174337	4.686162211
Xsqrd	0.061847889	0.113112059	0.546784224	0.591632519	-0.1767977	0.30049347	-0.176797694	0.300493473

Indiki ädim bolsa, R^2 bilen “n” köpeltmek hasylyny tapmak, ýagny:

$$0.059 * 20 = 1.19$$

Indiki ädim bolsa χ^2 (chi square) tablisada⁵⁷ 5% ähtimallykda görkezilen hasabat netije bilen deňeşdirýäris. Eger biziň tapan netijämiz ($R^2 * n < \chi^2$) bolan ýagdaýynda, modelimizde heteroscedasticity ýoklugyny aňladar! Biziň netijämiz

⁵⁷ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 887. Degrees of freedom = 2 üçin, 5% χ^2 netijesi 5.99.

1.19 çykdy, chi netijesi bolsa (5%) de 5.99, bu, biziň modelimizde heteroscedasticity ýoklugyny aňladýar!

EXERCISE 11.15⁵⁸: Aşakda (Şekil - 5) 81 ulag barada maglumat berilen:
Şekil - 5

TABLE 11.7 Passenger Car Mileage Data

Observation	MPG	SP	HP	VOL	WT	Observation	MPG	SP	HP	VOL	WT
1	65.4	96	49	89	17.5	42	32.2	106	95	106	30.0
2	56.0	97	55	92	20.0	43	32.2	109	102	92	30.0
3	55.9	97	55	92	20.0	44	32.2	106	95	88	30.0
4	49.0	105	70	92	20.0	45	31.5	105	93	102	30.0
5	46.5	96	53	92	20.0	46	31.5	108	100	99	30.0
6	46.2	105	70	89	20.0	47	31.4	108	100	111	30.0
7	45.4	97	55	92	20.0	48	31.4	107	98	103	30.0
8	59.2	98	62	50	22.5	49	31.2	120	130	86	30.0
9	53.3	98	62	50	22.5	50	33.7	109	115	101	35.0
10	43.4	107	80	94	22.5	51	32.6	109	115	101	35.0
11	41.1	103	73	89	22.5	52	31.3	109	115	101	35.0
12	40.9	113	92	50	22.5	53	31.3	109	115	124	35.0
13	40.9	113	92	99	22.5	54	30.4	133	180	113	35.0
14	40.4	103	73	89	22.5	55	28.9	125	160	113	35.0
15	39.6	100	66	89	22.5	56	28.0	115	130	124	35.0
16	39.3	103	73	89	22.5	57	28.0	102	96	92	35.0
17	38.9	106	78	91	22.5	58	28.0	109	115	101	35.0
18	38.8	113	92	50	22.5	59	28.0	104	100	94	35.0
19	38.2	106	78	91	22.5	60	28.0	105	100	115	35.0
20	42.2	109	90	103	25.0	61	27.7	120	145	111	35.0
21	40.9	110	92	99	25.0	62	25.6	107	120	116	40.0
22	40.7	101	74	107	25.0	63	25.3	114	140	131	40.0
23	40.0	111	95	101	25.0	64	23.9	114	140	123	40.0
24	39.3	105	81	96	25.0	65	23.6	117	150	121	40.0
25	38.8	111	95	89	25.0	66	23.6	122	165	50	40.0
26	38.4	110	92	50	25.0	67	23.6	122	165	114	40.0
27	38.4	110	92	117	25.0	68	23.6	122	165	127	40.0
28	38.4	110	92	99	25.0	69	23.6	122	165	123	40.0
29	46.9	90	52	104	27.5	70	23.5	148	245	112	40.0
30	36.3	112	103	107	27.5	71	23.4	160	280	50	40.0
31	36.1	103	84	114	27.5	72	23.4	121	162	135	40.0
32	36.1	103	84	101	27.5	73	23.1	121	162	132	40.0
33	35.4	111	102	97	27.5	74	22.9	110	140	160	45.0
34	35.3	111	102	113	27.5	75	22.9	110	140	129	45.0
35	35.1	102	81	101	27.5	76	19.5	121	175	129	45.0
36	35.1	106	90	98	27.5	77	18.1	165	322	50	45.0
37	35.0	106	90	88	27.5	78	17.2	140	238	115	45.0
38	33.2	109	102	86	30.0	79	17.0	147	263	50	45.0
39	32.9	109	102	86	30.0	80	16.7	157	295	119	45.0
40	32.3	120	130	92	30.0	81	13.2	130	236	107	55.0
41	32.2	106	95	113	30.0						

⁵⁸ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009,page 405,Exercise 11.15

MPG - 1 galon benzinde geçip bilýän uzaklygy, mil - de

HP - hereketlendirijiniň kuwwatlylygy, at güýji

SP - iň ýokary tizligi, mil/sagatda

VOL - ulagyň içiniň göwrümi, feet³

WT - ulagyň agramy, ýüz paund - da

Şu aşakdaky modeliň regressiýa netijenamasy aşakda (Şekil - 6) görkezilen:

$$MPG_i = \beta_1 + \beta_2 SP_i + \beta_3 HP_i + \beta_4 WT_i + u_i$$

Şekil - 6

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.939608645							
R Square	0.882864406							
Adjusted R Square	0.878300681							
Standard Error	3.507873305							
Observations	81							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	7141.404725	2380.468242	193.4526097	9.2806E-36			
Residual	77	947.4984848	12.30517513					
Total	80	8088.90321						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	189.9596766	22.52878613	8.431864706	1.49555E-12	145.0991322	234.820221	145.0991322	234.820221
SP	-1.271697384	0.23311743	-5.45517932	5.72484E-07	-1.735893491	-0.807501276	-1.73589349	-0.8075013
HP	0.390433353	0.076245802	5.12071931	2.18598E-06	0.238608563	0.542258142	0.238608563	0.5422581
WT	-1.903273184	0.185515812	-10.25935831	4.63825E-16	-2.272682359	-1.533864009	-2.27268236	-1.533864

Aşakda (Şekil - 7) Park test netijesi görkezilen: görşüňiz ýaly, ähli garaşsyz görkezijileriň ähmiýetlilik testi (T - test) bularyň ýalňyslyk üçin ähmiýetlidigini görkezýär, bu, heteroscedasticity meselesiniň modelimizde bardygyny alamatlandyrýar.

Şekil - 7

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.426999707							
R Square	0.18232875							
Adjusted R Square	0.150471428							
Standard Error	2.786420026							
Observations	81							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	133.3092597	44.4364199	5.723291899	0.001370699			
Residual	77	597.8385154	7.764136564					
Total	80	731.1477751						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-279.4764377	85.30543716	-3.276185517	0.001579102	-449.3412644	-109.611611	-449.3412644	-109.611611
In SP	76.49155019	22.64531232	3.37780946	0.001148497	31.3989725	121.5841279	31.3989725	121.5841279
In HP	-34.84024752	9.794621185	-3.557079632	0.000645535	-54.34383001	-15.33666503	-54.34383001	-15.33666503
In WT	24.19528898	7.395629829	3.271565714	0.001601894	9.468708576	38.92186938	9.468708576	38.92186938

Aşakda (Şekil - 8) White testi üçin geçirilmeli regressiýany görýärsiňiz. Köp garaşsyz görkezijileri White heteroscedasticity anyklama testi edilende şeýle edilýär, mysal üçin diýeli 3 garaşsyz görkezijili modeliň:

$$Y = \beta + \gamma X + \delta H + \varepsilon G + u$$

White testi üçin regressiýa şeýle geçirilýär:

$$u^2 = \alpha + \theta X + \vartheta H + \mu G + \pi X^2 + \rho H^2 + \tau G^2 + \varphi(X * H * G)$$

Ýagny ýalňyslygyň kwadratly garaşsyz görkezijileriň özüne, kwadradyňa we köpeltmek hasylyna regres etmeli! (Ähli köp görkezijilerli modeller üçin White test regressiýa şeýle edilýär: ýalňyslygyň kwadratyny garaşsyz görkezijileriň özüne, kwadradyňa we olaryň köpeltmek hasylyna regress edilýär).

Şekil - 8

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.644932186							
R Square	0.415937525							
Adjusted R Square	0.359931534							
Standard Error	19.00623693							
Observations	81							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	7	18779.49615	2682.785164	7.426661305	9.97938E-07			
Residual	73	26370.30409	361.2370423					
Total	80	45149.80024						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	2189.486618	569.3623896	3.845506233	0.000254945	1054.749012	3324.224224	1054.749012	3324.224224
SP SQRD	0.073109521	0.053260789	1.372670634	0.174057297	-0.033039078	0.179258119	-0.033039078	0.179258119
HP SQRD	-0.002851283	0.012591147	-0.226451404	0.821483245	-0.027945402	0.022242836	-0.027945402	0.022242836
WT SQRD	0.192684139	0.128955953	1.494185679	0.139437265	-0.064324706	0.449692983	-0.064324706	0.449692983
SP*HP*WT	-0.000322232	0.000556639	-0.578888099	0.564446637	-0.001431612	0.000787148	-0.001431612	0.000787148
SP	-29.08220016	10.68510828	-2.721750627	0.008114984	-50.37759024	-7.786810069	-50.37759024	-7.786810069
HP	6.987139508	1.912396169	3.653604635	0.000483874	3.175739439	10.79853958	3.175739439	10.79853958
WT	-21.23414146	6.443160154	-3.295609755	0.00151777	-34.07534113	-8.392941788	-34.07534113	-8.392941788

White testiň soňky ädimi bolsa regressiýa netijenamasyndaky R^2 (0.4159) bilen maglumat sanynyň ($N=81$) köpeltmek hasylyny tapmak ($0.4159 \cdot 81 = 33.69$) we muny chi square tablisasyndaky 5% ähtimallyk hasabatly bilen deňemek⁵⁹ (14.0671), eger - de alan netijämiz chi square - den kiçi bolsa - heteroscedasticity ýok! Eger alan netijämiz chi square - den uly bolsa - heteroscedasticity bar!

⁵⁹ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 887. Degrees of freedom = 7 üçin, 5% χ^2 netijesi 14.0671

Netijämiz (33.69), chi square - den (14.0671) uly, diýmek - heteroscedasticity bar!⁶⁰

Heteroscedasticity meselesiniň düzedilişi!

Heteroscedasticity - görkezijilerimiziň ýalňyslyklarynyň (standard error of independent variable) ulalmagyna ýa - da kiçelmegine getirip, görkezijiniň hakyktdanda ähmiýetliligine şübhe döremegine getirer! (Ýadyňyza düşüriň, T - test amala aşyrmak üçin görkezijiniň kafisentini onuň standard erroryna bölmeli!). Heteroscedasticity sebäpli - ähmiýetli görkeziji ähmiýetsiz, ýa - da ähmiýetsiz görkeziji ähmiýetli bolup görünmegi ähtimallygy gaty uly! Şonuň üçinem, heteroscedasticity meselesiniň düzedilişi gereklidir! Köp görkezijili modellerde (EXERCISE 11.15), esasan hem: White's heteroscedasticity - corrected standard errors - ýagny, **robust standard errors** - ulanylýar. Gynansakda, bu çylşyrymly matematiki proses bolany üçin, diňe ýörite ekonometriki seljeriş programmalarynda bolýar. EXCEL - de, robust standard errors - düzeltmesini geçirip bolanok!

Ýekeje garaşsyz görkezijili we heteroscedasticity meselesi bar bolan modellerde, muny düzeltmek üçin GLS (Generalized Least Squares) ulanylşyny görkezmek üçin EXERCISE 11.22 - berilen maglumatlary ulanlyň (Şekil - 1,2,3,4). Diýeli White we Park testleri netijesinde heteroscedasticity meselesi bar bolup çykan bolsun (ýokardak ýok çykdy!). Mysal üçin diýeli White test netijesinde, ýagny ýalňyslyklaryň kwadrady görkezijiniň özüne we kwadradynda regress edilipdi, şonda diýeli görkeziji (kwadrady däl) ähmiýetli bolup çykan bolsun! Ýagny, ýalňyslyklaryň kwadradynda görkeziji täsir edýän bolsun, diýmek heteroscedasticity meselesiniň düýp sebäbi garaşsyz görkeziji (onuň kwadrady däl). Onda, ekonometriki modelimizi garaşsyz görkezijiniň köküne bölmeli, ondan soňra bolsa regress etmelidir, ýagny:

$$\frac{Y_i}{\sqrt{X_i}} = \frac{\beta_1}{\sqrt{X_i}} + \frac{\beta_2 X_i}{\sqrt{X_i}} + \frac{u_i}{\sqrt{X_i}}$$

Ondan soňra bolsa $\frac{Y_i}{\sqrt{X_i}}$ - i, $\frac{\beta_2}{\sqrt{X_i}}$ we $\frac{1}{\sqrt{X_i}}$ regress edýärsiňiz, regress edeniňizde **no intercept** bellemegi unutmaň, (Şekil - 9), çykan netijenama aşakda berilen (Şekil - 10):

⁶⁰ We do not reject the null hypothesis that heteroscedasticity exists!

Şekil - 9

Country	Stock Prices, Y	Consumer Prices, X	Root X	1/rootX	X/root X	Y/root X
1. Australia	5	4.3	2.073644135	0.482242822	2.073644135	2.411214111
2. Austria	11.1	4.6	2.144761059	0.466252404	2.144761059	5.175401686
3. Belgium	3.2	2.4	1.549193338	0.645497224	1.549193338	2.065591118
4. Canada	7.9	2.4	1.549193338	0.645497224	1.549193338	5.099428073
5. Chile	25.5	26.4	5.138093031	0.194624736	5.138093031	4.962930769
6. Denmark	3.8	4.2	2.049390153	0.487950036	2.049390153	1.854210139
7. Finland	11.1	5.5	2.34520788	0.426401433	2.34520788	4.733055903
8. France	9.9	4.7	2.167948339	0.461265604	2.167948339	4.56652948
9. Germany	13.3	2.2	1.483239697	0.674199862	1.483239697	8.966858171
10. India	1.5	4	2	0.5	2	0.75
11. Ireland	6.4	4	2	0.5	2	3.2
12. Israel	8.9	8.4	2.898275349	0.34503278	2.898275349	3.070791739
13. Italy	8.1	3.3	1.816590212	0.550481883	1.816590212	4.458903249
14. Japan	13.5	4.7	2.167948339	0.461265604	2.167948339	6.227085654
15. Mexico	4.7	5.2	2.28035085	0.43852901	2.28035085	2.061086345
16. Netherlands	7.5	3.6	1.897366596	0.527046277	1.897366596	3.952847075
17. New Zealand	4.7	3.6	1.897366596	0.527046277	1.897366596	2.4771175
18. Sweden	8	4	2	0.5	2	4
19. United Kingdom	7.5	3.9	1.974841766	0.506369684	1.974841766	3.797772627
20. United States	9	2.1	1.449137675	0.690065559	1.449137675	6.210590034

Country	Stock Prices, Y	Consumer Prices, X	Root X	1/rootX	X/root X	Y/root X
1. Australia	5	4.3	2.073644135	0.482242822	2.073644135	2.411214111
2. Austria	11.1	4.6	2.144761059	0.466252404	2.144761059	5.175401686
3. Belgium	3.2	2.4	1.549193338	0.645497224	1.549193338	2.065591118
4. Canada	7.9	2.4	1.549193338	0.645497224	1.549193338	5.099428073
5. Chile	25.5	26.4	5.138093031	0.194624736	5.138093031	4.962930769
6. Denmark	3.8	4.2	2.049390153	0.487950036	2.049390153	1.854210139
7. Finland	11.1	5.5	2.34520788	0.426401433	2.34520788	4.733055903
8. France	9.9	4.7	2.167948339	0.461265604	2.167948339	4.56652948
9. Germany	13.3	2.2	1.483239697	0.674199862	1.483239697	8.966858171
10. India	1.5	4	2	0.5	2	0.75
11. Ireland	6.4	4	2	0.5	2	3.2
12. Israel	8.9	8.4	2.898275349	0.34503278	2.898275349	3.070791739
13. Italy	8.1	3.3	1.816590212	0.550481883	1.816590212	4.458903249
14. Japan	13.5	4.7	2.167948339	0.461265604	2.167948339	6.227085654
15. Mexico	4.7	5.2	2.28035085	0.43852901	2.28035085	2.061086345
16. Netherlands	7.5	3.6	1.897366596	0.527046277	1.897366596	3.952847075
17. New Zealand	4.7	3.6	1.897366596	0.527046277	1.897366596	2.4771175
18. Sweden	8	4	2	0.5	2	4
19. United Kingdom	7.5	3.9	1.974841766	0.506369684	1.974841766	3.797772627
20. United States	9	2.1	1.449137675	0.690065559	1.449137675	6.210590034

Aşakda (Şekil - 10) tapylan standard errorlar indi homoscedastic (ýagny heteroscedasticity meselesi düzeldildi). Ýöne, regressiýa netijenasynyndan hem görünişi ýaly indi garaşsyz görkezijimiz ähmiýetli däl, sebäbi bu modelde önem heteroscedasticity meselesi ýokdy, biziň transformasiýamyza gerek hem ýokdy! Bu, şuna meňzeýär, bagyr keseli bolan sirroz keseli ýok adamy agyr sanjymlylar

bilen bejergi geçirmek ýaly. Sagdyn adama urulan bu sanjymlar, onuň başga organlaryna uly zyýan ýetirmek arkaly ony sag ýagdaýdan hassa ýagdaýyna öwürer. Meselesi ýok bolan ekonometriki modelleri eger düzedişleri girizeniiz ýagdaýda, modeliniň dogrulygyna uly şübhe döredersiňiz!

Şekil - 10

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.919144978							
R Square	0.84482749							
Adjusted R Square	0.78065124							
Standard Error	1.830047368							
Observations	20							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	328.2089503	164.1044752	48.99996421	8.76772E-08			
Residual	18	60.28332063	3.349073368					
Total	20	388.492271						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
1/rootX	5.776088126	1.541746622	3.746457455	0.001477559	2.536998667	9.015178	2.536998667	9.015177584
X/root X	0.532156884	0.348016876	1.529112293	0.14362005	-0.198999442	1.263313	-0.198999442	1.26331321

Belli ykdysadçylar Rafael La Porta, Floren Lopez – de – Silanes, Christian Pop – Eleches, we Andrei Schleifer - iň 2002 – nji ýyldaky OLS usuly bilen “erkinlik” baradaky eden ekonometriki seljeriş ylmy işleri “The Guarantess of Freedom” , wagtynda ykdysady we syýasy dünýäde uly gyzyklanma döredipdi. Ykdysadyçylar, häkimiýetiň 3 sütüninden (Kanun çykaryjy, Ýerine ýetiriji we Kazyýet) biri bolan Kazyýet ulgamyň ykdysady we syýasy erkinlige nähili täsir edýändigini OLS usuly seljeriş edipdirler. Kazyýet ulgamynyň esasy seljeriş nusgalary hökmünde – de Amerikanyň we Angliýanyň kazyýet ulgamy görnüşlerini alypdyrlar. Seljeriş netijenamalaryna laýyklykda, Amerikanyň kazyýet ulgamynyň esasan hem jemgyýetde syýasy erkinligiň, Angliýanyň kazyýet ulgamy bolsa jemgyýetde ykdysady erkinligiň berkemegine we giňemegine uly täsiriniň bardygy görkezilýär. Kazyýet ulgamynyň görnüşine garamazdan, ykdysady erkinligiň iň azyndan 50% - i, kazyýet ulgamynyň beýleki häkimiýeti dolandyryş ulgamyndan garaşsyz bolmagyna baglydygy hem bu işde nygtalýar! Esasan hem ösüp gelýän döwletler üçin, bu ylmy iş, kazyýet ulgamlarynyň gurluşy we getirjek netijeleri barada uly we möhümli sapak bolup durýar!

8 - NJI BÖLÜM. AUTOCORRELATION

OLS usulyny ulanma şertlerinden biri⁶¹: Ýalňyslyklaryň bir - birlerine hiç hili bagly däldigini, ýagny, ýalňyslyklaryň arasynda bag ýoklugy şertidir! Ýagny (mysal üçin bir maşgalanyň harajatlarynyň artmagy beýleki maşgalanyň harajatlaryna täsir edenok; bir uniwersitet - de professorlaryň aýlygynyň ýokarlanmagy, beýleki uniwersitetlere täsir edenok; şu ýyl güýzüň howwasy indiki ýylky güýze täsir edenok; şu ýylky ýokary depginli ykdysady ösüş indiki ýyl hem şeýle boljagyny aňlatmaýar):

$$\text{cov}(u_i, u_j) = 0$$

Bu şertiň bozulmagy (ýagny bir döwürüň ýalňyslygy indiki döwüre hem täsir edýän bolsa) ekonometriki modelimizde - autocorrelation meselesiniň barlygyny aňladar! Mysal üçin kärhanalaryň paýnamalary bazarynda, paýnamalaryň ykdysady täsir netijesinde düşmegi ençeme günläp dowam edip bilýär, ýagny, bir döwürdäki düşen bahalar indiki döwüre - de täsir edýär; Goýulan söwda sänksiýalarynyň (gadaganlyklarynyň) täsiriniň uzak wagtlap dowam etmegi. Autocorrelation meselesiniň bolmagy, biziň OLS usuly tapan kafisentlerimiziň indi “iň dogry” kafisent däldigine getirer (estimators are inefficient). Şonuň üçinem, hökmany suratda her bir ekonometriki modeliň regressiýasyny autocorrelation meselesine test etmek gerekli, we eger - de autocorrelation meselesi bar bolan ýagdaýynda muny düzeltmeli. Autocorrelation meselesiniň bolmagy şulara getirýär:

- Aslynda ähmiýetli bolan görkezijiniň ähmiýetsiz görünmegine (T - test)
- R^2 bolmalysyndan uly görünmegine

Autocorrelation meselesini anyklama testler az däldir (Heteroscedasticity anyklaýyş testleri ýaly) ýöne bularyň arasynda iň bilinýäni we iň köp ulanylýany Durbin - Watson “d” testdir! Bu ýerde bir zady bellemek gerek, (edil Heteroscedasticity anyklaýyş testleri ýaly), autocorrelation testleriniň arasynda - da bir - birinden üstünligi ýokdur! Ýagny hiç bir autocorrelation testi - iň takyk jogaby berýär diýilen zat ýok. Her bir testiň öz kemçiligem, artyk tarapam bar. Autocorrelation meselesiniň barlygyny anyklanandan soňra, muny düzeltmek üçin şu kitapda GLS (Generalized Least Squares) usulyny ulanmakçy. Ýene - de, autocorrelation meselesini düzeltmek usullary az däldir, biz bu ýerde iň EXCEL - de amala aşyrmak mümkin bolanyny ulanmakçy

⁶¹ Şu kitabyň 2 - nji bölümi.

EXERCISE 12.26⁶²: Aşakda (Şekil - 1) 1951 - 1980 ýyllar arasynda ABŞ - da copper metalynyň ýerli bazar bahasy we degişli statistiki maglumatlar görkezilen

Şekil - 1

TABLE 12.7 Determinants of U.S. Domestic Price of Copper, 1951–1980	Year	C	G	I	L	H	A
	1951	21.89	330.2	45.1	220.4	1,491.0	19.00
	52	22.29	347.2	50.9	259.5	1,504.0	19.41
	53	19.63	366.1	53.3	256.3	1,438.0	20.93
	54	22.85	366.3	53.6	249.3	1,551.0	21.78
	55	33.77	399.3	54.6	352.3	1,646.0	23.68
	56	39.18	420.7	61.1	329.1	1,349.0	26.01
	57	30.58	442.0	61.9	219.6	1,224.0	27.52
	58	26.30	447.0	57.9	234.8	1,382.0	26.89
	59	30.70	483.0	64.8	237.4	1,553.7	26.85
	60	32.10	506.0	66.2	245.8	1,296.1	27.23
	61	30.00	523.3	66.7	229.2	1,365.0	25.46
	62	30.80	563.8	72.2	233.9	1,492.5	23.88
	63	30.80	594.7	76.5	234.2	1,634.9	22.62
	64	32.60	635.7	81.7	347.0	1,561.0	23.72
	65	35.40	688.1	89.8	468.1	1,509.7	24.50
	66	36.60	753.0	97.8	555.0	1,195.8	24.50
	67	38.60	796.3	100.0	418.0	1,321.9	24.98
	68	42.20	868.5	106.3	525.2	1,545.4	25.58
	69	47.90	935.5	111.1	620.7	1,499.5	27.18
	70	58.20	982.4	107.8	588.6	1,469.0	28.72
	71	52.00	1,063.4	109.6	444.4	2,084.5	29.00
	72	51.20	1,171.1	119.7	427.8	2,378.5	26.67
	73	59.50	1,306.6	129.8	727.1	2,057.5	25.33
	74	77.30	1,412.9	129.3	877.6	1,352.5	34.06
	75	64.20	1,528.8	117.8	556.6	1,171.4	39.79
	76	69.60	1,700.1	129.8	780.6	1,547.6	44.49
	77	66.80	1,887.2	137.1	750.7	1,989.8	51.23
	78	66.50	2,127.6	145.2	709.8	2,023.3	54.42
	79	98.30	2,628.8	152.5	935.7	1,749.2	61.01
	80	101.40	2,633.1	147.1	940.9	1,298.5	70.87

C - ABŞ - yň ýerli bazarynda copper metalynyň 12 aýyň ortaça bahasy,
sent/pound

G - jemi içerki önüm, milýard USD

I - 12 aýyň ortaça Senagat pudagynyň indeksi

L - Angliýanyň ýerli bazarynda copper metalynyň 12 aýyň ortaça bahasy,
sterling/pound

H - her ýylda başlanýan jaý gurluşygy, münde

A - ABŞ - yň ýerli bazarynda alýuminiýum metalynyň 12 aýyň ortaça bahasy,
sent/pound

Şu aşakdaky ekonometriki modelin regressiýa netijenamasy aşakda (Şekil - 2) berilen:

$$\ln(C)_t = \beta_1 + \beta_2 \ln(I)_t + \beta_3 \ln(L)_t + \beta_4 \ln(H)_t + \beta_5 \ln(A)_t + u_t$$

⁶² Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 460, Exercise 12.26

Şekil - 2

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.967517221							
R Square	0.936089573							
Adjusted R Square	0.925863905							
Standard Error	0.12174938							
Observations	30							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	4	5.427742255	1.356935564	91.54311907	1.49104E-14			
Residual	25	0.370572791	0.014822912					
Total	29	5.798315045						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-1.50044085	1.003020035	-1.49592311	0.147192001	-3.56619929	0.56531758	-3.5661993	0.565317578
lnI	0.467508534	0.165986741	2.81654144	0.00933975	0.125652442	0.80936463	0.12565244	0.809364626
lnL	0.279442529	0.114725706	2.435744691	0.022327594	0.043160515	0.51572454	0.04316051	0.515724542
lnH	-0.00515155	0.142946976	-0.0360382	0.971538121	-0.29955636	0.28925326	-0.2995564	0.289253256
lnA	0.441448939	0.106508324	4.144736518	0.000341367	0.22209094	0.66080694	0.22209094	0.660806938

Regressiýamyzda autocorrelation meselesini anyklamak üçin Durbin - Watson testi şeýle geçirilýär: şu döwrüň ýalňyslygy bilen geçen döwrüň ýalňyslygynyň tapawudynyň kwadradyň jemini, her döwrüň ýalňyslygyny kwadradyň jemine bölmek arkaly (RSS), ýagny:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{t=n} (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{t=n} (\hat{u}_t)^2}$$

Aşakda (Şekil - 3) Durbin - Watson test üçin hasaplamalaryň EXCEL - de edilişi görkezilen: test netijesine laýyklykda $d = 0.9549$ çykdy! (Üns beriň! Drobyň ýokarsynda 29 sanyň jemi, aşagynda bolsa 30 sanyň jemi bar! Drobuň ýokarsyndaky san hemişe aşakydan 1 azdyr!). Indiki ädim bolsa, her bir ekonometriki kitapda Durbin - Watson test hasaplama tablisasy bolýar bu tablisa göz atmakdyr⁶³. Biziň modelimizi üçin $D_L = 1.124$ we $D_U = 1.743$! Eger - de Durbin - Watson test netijämiz $D_L < d < D_U$ arasynda bolsa, **autocorrelation meselesiniň barlygy anyk bilinenok diýmegi aňladar** (autocorrelation meselesi ýok diýmegi aňladanok!). Eger - de Durbin - Watson test netijämiz $d < D_L$ ýa - da $d > D_U$ bolan ýagdaýynda bolsa, **autocorrelation meselesi bar diýmegi aňladar!** Görşüňiz ýaly, biziň modelimiziň Durbin - Watson testi $d = 0.9549$

⁶³ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 888, 4 - sany garassyz görkeziji bolan we 29 maglumaty berilen (1 - ini testde ýitirdik!) ekonometriki modeliň Durbin - Watson $D_L=1.124$ we $D_U=1.743$

çykdy, bu bolsa $D_L = 1.124$ - den kiçidir, diýmek, biziň modelimizde autocorrelation meselesi bar!

Şekil - 3

	Residuals	Residuals T	Residuals T - 1	Res T - Res T-1	Res T - Res T-1 SQRD	Residual SQRD
	0.035893238	-0.057574474	0.035893238	-0.093467712	0.008736213	0.001288325
	-0.057574474	-0.236240262	-0.057574474	-0.178665788	0.031921464	0.00331482
	-0.236240262	-0.096417691	-0.236240262	0.139822571	0.019550351	0.055809461
	-0.096417691	0.152307737	-0.096417691	0.248725429	0.061864339	0.009296371
	0.152307737	0.224897742	0.152307737	0.072590005	0.005269309	0.023197647
	0.224897742	0.058632859	0.224897742	-0.166264883	0.027644011	0.050578994
	0.058632859	-0.06876685	0.058632859	-0.12739971	0.016230686	0.003437812
	-0.06876685	0.031474028	-0.06876685	0.100240879	0.010048234	0.00472888
	0.031474028	0.049220012	0.031474028	0.017745984	0.00031492	0.000990614
	0.049220012	0.027520041	0.049220012	-0.021699971	0.000470889	0.00242261
	0.027520041	0.039864417	0.027520041	0.012344377	0.000152384	0.000757353
	0.039864417	0.036859539	0.039864417	-0.003004878	9.02929E-06	0.001589172
	0.036859539	-0.068150483	0.036859539	-0.105010022	0.011027105	0.001358626
	-0.068150483	-0.128053134	-0.068150483	-0.059902651	0.003588328	0.004644488
	-0.128053134	-0.183399706	-0.128053134	-0.055346572	0.003063243	0.016397605
	-0.183399706	-0.069426143	-0.183399706	0.113973563	0.012989973	0.033635452
Durbin - Watson d	-0.069426143	-0.082289949	-0.069426143	-0.012863807	0.000165478	0.004819989
0.954939946	-0.082289949	-0.049866784	-0.082289949	0.032423166	0.001051262	0.006771636
	-0.049866784	0.149403412	-0.049866784	0.199270196	0.039708611	0.002486696
	0.149403412	0.105069199	0.149403412	-0.044334213	0.001965522	0.02232138
	0.105069199	0.096645642	0.105069199	-0.008423557	7.09563E-05	0.011039537
	0.096645642	0.082802495	0.096645642	-0.013843147	0.000191633	0.00934038
	0.082802495	0.160864443	0.082802495	0.078061948	0.006093668	0.006856253
	0.160864443	0.0765809	0.160864443	-0.084283543	0.007103716	0.025877369
	0.0765809	-0.030373578	0.0765809	-0.106954478	0.01143926	0.005864634
	-0.030373578	-0.147077474	-0.030373578	-0.116703896	0.013619799	0.000922554
	-0.147077474	-0.189339482	-0.147077474	-0.042262009	0.001786077	0.021631783
	-0.189339482	0.050126702	-0.189339482	0.239466184	0.057344054	0.035849439
	0.050126702	0.028813601	0.050126702	-0.021313101	0.000454248	0.002512686
	0.028813601					0.000830224
				JEMLERI	0.353874761	0.370572791

Autocorrelation meselesini çözmek üçin GLS usuly ulanalaryň, ýagny modelimizi GLS transformasiýasyny geçirleriň.

- Ilki bilen GLS transformasiýasy üçin ρ tapmaly!

ρ tapmak üçin şu döwrüň ýalňyslykaryny geçen döwrüň ýalňyslygyna regres etmeli, ýagny:

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t$$

Aşakda (Şekil - 2) regressiýanyň ýalňyslyklary görkezilen, regressiýa edeniňizde Constant is Zero bellemegi unutmaň (Şekil - 4). Onuň aşagyndaky (Şekil - 5) regressiýa netijenamasynda görünişi ýaly tapylan $\rho = 0.52$

Şekil - 4

O	P	Q	R	S	T	U	V
Residuals	Residuals T	Residuals T - 1	Res T - Res T-1	Res T - Res T-1 SQRD	Residual SQRD		
0.035893238	-0.057574474	0.035893238	-0.093467712	0.008736213	0.001288325		
-0.057574474	-0.236240262	-0.057574474	-0.178665788	0.031921464	0.00331482		
-0.236240262	-0.096417691	-0.236240262	0.139822571	0.019550351	0.055809461		
-0.096417691	0.152307737	-0.096417691	0.248725429	0.061864339	0.009296371		
0.152307737	0.224897742	0.152307737					
0.224897742	0.058632859	0.224897742					
0.058632859	-0.06876685	0.058632859					
-0.06876685	0.031474028	-0.06876685					
0.031474028	0.049220012	0.031474028					
0.049220012	0.027520041	0.049220012					
0.027520041	0.039864417	0.027520041					
0.039864417	0.036859539	0.039864417					
0.036859539	-0.068150483	0.036859539					
-0.068150483	-0.128053134	-0.068150483					
-0.128053134	-0.183399706	-0.128053134					
-0.183399706	-0.069426143	-0.183399706					
-0.069426143	-0.082289949	-0.069426143					
-0.082289949	-0.049866784	-0.082289949					
-0.049866784	0.149403412	-0.049866784					
0.149403412	0.105069199	0.149403412					
0.105069199	0.096645642	0.105069199					
0.096645642	0.082802495	0.096645642					
0.082802495	0.160864443	0.082802495					
0.160864443	0.0765809	0.160864443					
0.0765809	-0.030373578	0.0765809					
-0.030373578	-0.147077474	-0.030373578	-0.116703896	0.013619799	0.000922554		
-0.147077474	-0.189339482	-0.147077474	-0.042262009	0.001786077	0.021631783		
-0.189339482	0.050126702	-0.189339482	0.239466184	0.057344054	0.035849439		
0.050126702	0.028813601	0.050126702	-0.021313101	0.000454248	0.002512686		
0.028813601					0.000830224		
			JEMLERİ	0.353874761	0.370572791		

Şekil - 5

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.5211614							
R Square	0.2716092							
Adjusted R Square	0.2358949							
Standard Error	0.098013							
Observations	29							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	0.100301051	0.100301051	10.4409019	0.00323572			
Residual	28	0.268983415	0.009606551					
Total	29	0.369284466						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Residuals T - 1	0.5208384	0.161188484	3.231238443	0.00314592	0.19065878	0.8510181	0.190658784	0.851018066

- İkinci adımda, ekonometrik modeli şu şekilde transformasiyasyny geçirmeli, ýagny:

$$(Y_t - \rho Y_{t-1}) = \beta_1(1 - \rho) + \beta_2(X_t - \rho X_{t-1}) + \beta_3(Z_t - \rho Z_{t-1}) + \dots \varepsilon_t$$

$$Y^* = (Y_t - \rho Y_{t-1})$$

$$\beta_1^* = (1 - \rho)$$

$$X^* = (X_t - \rho X_{t-1})$$

$$Z^* = (Z_t - \rho Z_{t-1})$$

...

$$Y^* = \beta_1^* + \beta_2 X^* + \beta_3 Z^* + \dots \varepsilon_t$$

Aşakda (Şekil - 6) ýokardaky regressiýanyň (Şekil - 2) gerekli hasaplamalary EXCEL - de görkezilen:

Şekil - 6

H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
A	lnC	lnI	lnL	lnH	lnA	RHO	LnC (T)	LnC (T-1)*rho	LnC (T) - rho*LnC(T-1)	LnI (T)	LnI (T-1)*rho	LnI (T) - LnI (T-1)*rho	LnL (T)	LnL (T-1)*rho	LnH (T) - rho*LnH(T-1)
19	3.08603	3.808882	5.395444	7.307202	2.944439	0.5208384	3.104138147	1.607322958	1.49681519	3.92986292	1.983812229	1.946050695	5.558756703	2.810154593	2.748602109
19.41	3.104138	3.929863	5.558757	7.315884	2.965788		2.977059008	1.616754423	1.360304586	3.97583633	2.046823614	1.929112717	5.546348633	2.895214084	2.651134549
20.93	2.977059	3.975936	5.546349	7.271009	3.041184		3.128951117	1.550566724	1.578384393	3.98154907	2.070820415	1.910728653	5.518655991	2.888751485	2.629905506
21.78	3.128951	3.981549	5.518657	7.346655	3.080992		3.159572834	1.629677971	1.889894864	4.00003388	2.073743744	1.926290138	5.864483085	2.874328613	2.990154472
23.68	3.519573	4.000034	5.864483	7.406103	3.164631		3.668166413	1.839312877	1.835037642	4.11251187	2.083371346	2.02914052	5.796361656	3.054448132	2.741913524
26.01	3.668166	4.112512	5.796362	7.207119	3.258481		3.420346201	1.910522016	1.509824185	4.12552018	2.141954202	1.983565978	5.39180771	3.018967874	2.372839836
27.52	3.420346	4.12552	5.391808	7.109879	3.314913		3.269568939	1.781447727	1.488121212	4.05871738	2.148729431	1.909987953	5.458734088	2.808260633	2.650473454
26.89	3.269569	4.058717	5.458734	7.231287	3.291754		3.424262655	1.702917136	1.721345519	4.1713056	2.113935969	2.057369635	5.469746482	2.843118463	2.626628019
26.85	3.424263	4.171306	5.469746	7.348394	3.290266		3.46885603	1.783487567	1.685368464	4.19268046	2.172576239	2.020104224	5.504518197	2.848854141	2.655664056
27.23	3.468856	4.19268	5.504518	7.167115	3.304319		3.401197382	1.80671351	1.594483872	4.20020495	2.183709087	2.016495866	5.434594985	2.866964586	2.567630399
25.46	3.401197	4.200205	5.434595	7.21891	3.237109		3.42751469	1.771474286	1.656040404	4.27944005	2.187628131	2.091811915	5.454893674	2.830545891	2.624347783
23.88	3.427515	4.27944	5.454894	7.308208	3.173041		3.42751469	1.785181352	1.642333338	4.33729074	2.228896812	2.108393929	5.456175451	2.841118228	2.615057224
22.62	3.427515	4.337291	5.456175	7.399337	3.118834		3.484312288	1.785181352	1.699130937	4.403054	2.259027677	2.144026325	5.84932478	2.841785827	3.007538953
23.72	3.484312	4.403054	5.849325	7.353082	3.166319		3.56671182	1.814763723	1.751948097	4.49758498	2.29327971	2.204305265	6.148681948	3.046553104	3.102128845
24.5	3.566712	4.497585	5.148682	7.319666	3.198673		3.60004824	1.857680566	1.742367675	4.58292458	2.342515073	2.240409504	6.318968114	3.20246982	3.116498294
24.5	3.600048	4.582925	6.318968	7.086571	3.198673		3.653252276	1.875043454	1.778208822	4.60517019	2.386963217	2.218206969	6.035481433	3.291161398	2.744320035
24.98	3.653252	4.60517	6.035481	7.186825	3.218076		3.742420221	1.902754161	1.839666061	4.66626529	2.398549585	2.2677157	6.263779142	3.143510641	3.120268501
25.58	3.74242	4.666265	6.263779	7.343038	3.241811		3.869115504	1.949196252	1.919919252	4.7104307	2.43037026	2.280060436	6.430847873	3.262416861	3.168431013
27.18	3.869116	4.710431	6.430848	7.312887	3.302481		4.063885355	2.015184024	2.048710331	4.68027766	2.453373303	2.226904355	6.377746836	3.349432676	3.02831416
28.72	4.063885	4.680278	6.377747	7.292337	3.357594		3.951243719	2.116627646	1.834616072	4.69683737	2.437668443	2.259168932	6.096725058	3.321775615	2.774949443
29	3.951244	4.696837	6.096725	7.642284	3.367296		3.935739532	2.057959554	1.877779878	4.78498861	2.446293379	2.338695234	6.058655797	3.175408675	2.883247122
26.67	3.93574	4.784989	6.058656	7.774225	3.283539		4.08597613	2.049884378	2.036091935	4.8659948	2.492205931	2.373788873	6.58906402	3.155580741	3.433483279
25.33	4.085976	4.865995	5.589064	7.629247	3.231989		4.347693956	2.128133466	2.21956049	4.86213529	2.534397068	2.327738218	6.777190909	3.431837724	3.345353185
34.06	4.347694	4.862135	6.777191	7.20971	3.528124		4.162003211	2.264446071	1.89755714	4.76898827	2.532386883	2.236601389	6.321846849	3.529821437	2.792025413
39.79	4.162003	4.768988	6.321847	7.065955	3.683616		4.242764567	2.167731196	2.075033372	4.8659948	2.483872338	2.382122466	6.600602855	3.292606754	3.367402101
44.49	4.242765	4.865995	6.600603	7.344461	3.795264		4.201703081	2.209794813	1.991908267	4.92071059	2.534397068	2.386313518	6.621006105	3.468816645	3.152189459
51.23	4.201703	4.920711	6.621006	7.595789	3.936325		4.197201948	2.188408413	2.008793534	4.9781121	2.56289515	2.415216952	6.56498324	3.448474389	3.116508851
54.42	4.197202	4.978112	6.564983	7.612485	3.996732		4.588024027	2.18806405	2.401959977	5.0271646	2.592792065	2.434372531	6.841294912	3.419295529	3.421999384
61.01	4.588024	5.027165	6.841295	7.466914	4.111038		4.619073091	2.389619207	2.229453885	4.99111263	2.618340489	2.372772139	6.846836864	3.563209265	3.283627599
70.87	4.619073	4.991113	6.846837	7.168965	4.260847										

Şekil - 7

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.91757612							
R Square	0.84194594							
Adjusted R Square	0.8156036							
Standard Error	0.10471106							
Observations	29							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	4	1.401763869	0.350440967	31.9616947	2.6985E-09			
Residual	24	0.263145722	0.010964405					
Total	28	1.66490959						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-0.60367707	0.517226073	-1.167143548	0.25461829	-1.6711792	0.46382507	-1.6711792	0.463825074
LnI*	0.39903629	0.227027657	1.757654975	0.09155629	-0.0695258	0.86759835	-0.0695258	0.867598346
LnL*	0.33851063	0.113899872	2.972001796	0.00663196	0.10343284	0.57358841	0.10343284	0.573588408
LnH*	-0.05063538	0.142876292	-0.354400162	0.72613401	-0.3455176	0.24424679	-0.3455176	0.244246793
LnA*	0.45361845	0.151184202	3.000435491	0.00619932	0.14158959	0.7656473	0.14158959	0.765647303

Ýokarda (Şekil - 7) autocorrelation meselesi düzedilen regressiýa netijenamasynay görýärsiňiz. Ilkinji regressiýa netijenamasy (Şekil - 2) bilen deňeşdireniňizde ($\ln I^*$) indi ähmiýetli daldigini (95% ähtimallyk bilen) görersiňiz we ($\ln H^*$) kafisenti çalaja ýokarlanydyr. R^2 indi öňküsi ýaly gaty ýokarda däl we F - test hem eslije azaldy! Autocorrelation meselesi düzedilen kafisentler “iň dogry” kafisentlerdir! Regressiýan netijenama laýyklykda ekil - 7), alýuminium metalynyň bahasynyň 1% ýokarlanmagy copper metalynyň bahasynyň takmynan 0.45% artmagyna; Angliýadaky (Ýewropa bazarlarynda) copper metalynyň bahasynyň 1% artmagy bolsa ABŞ - daky copper metalynyň bahasynyň 0.33% artmagyna getirer!

EXERCISE 12.27⁶⁴: Aşakdaky (Şekil - 8) maglumatlar berilen:

Şekil - 8

Y, Personal Consumption Expenditure, Billions of 1958 Dollars	X, Time	$\hat{Y}$, Estimated Y	$\hat{u}$, Residuals
281.4	1 (= 1956)	261.4208	19.9791
288.1	2	276.6026	11.4973
290.0	3	291.7844	-1.7844
307.3	4	306.9661	0.3338
316.1	5	322.1479	-6.0479
322.5	6	337.3297	-14.8297
338.4	7	352.5115	-14.1115
353.3	8	367.6933	-14.3933
373.7	9	382.8751	-9.1751
397.7	10	398.0569	-0.3569
418.1	11	413.2386	4.8613
430.1	12	428.4206	1.6795
452.7	13	443.6022	9.0977
469.1	14	458.7840	10.3159
476.9	15 (= 1970)	473.9658	2.9341

Note: Data for $\hat{Y}$ obtained from the regression $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + u_t$.

- a) Autocorrelation anyklamak üçin Durbin - Watson test netijesi (Şekil - 9) görkezilen, ýagny $d = 0.4148$
- b) Modelimizde autocorrelation meselesi bar, sebäbi Durbin - Watson tablisa laýyklykda ýekeje garaşsyz görkezijili we statistika maglumaty 14 (birini regressiýada ýitirdik) bolan model üçin $D_L = 1.045$ we $D_U = 1.350$ ⁶⁵. Biziň

⁶⁴ Basic Econometrics, Damodar N. Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 462, Exercise 12.27

⁶⁵ Basic Econometrics, Damodar N. Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 888

test netijämiz ($d = 0.4148$) bularyň aralygynda bolmanlygy üçin, autocorrelation meselesi bar!

Şekil - 9

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.988532333							
R Square	0.977196174							
Adjusted R Square	0.975442033							
Standard Error	10.76324387							
Observations	15							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	64536.25289	64536.25289	557.0797669	4.65598E-12			
Residual	13	1506.01644	115.8474185					
Total	14	66042.26933						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	246.2390476	5.848296434	42.10440603	2.76533E-15	233.6045713	258.8735239	233.6045713	258.8735239
X	15.18178571	0.64322685	23.6025373	4.65598E-12	13.79217859	16.57139284	13.79217859	16.57139284
RESIDUAL OUTPUT								
Observation	Predicted Y	Residuals	Residuals (T)	Residuals (T-1)	Res (T) - Res (T-1)	SQRD	Residual SQRD	
1	261.4208333	19.97916667	11.49738095	19.97916667	-8.481785714	71.9406889	399.1671007	
2	276.602619	11.49738095	-1.784404762	11.49738095	-13.28178571	176.4058318	132.1897688	
3	291.7844048	-1.784404762	0.333809524	-1.784404762	2.118214286	4.48683176	3.184100354	
4	306.9661905	0.333809524	-6.04797619	0.333809524	-6.381785714	40.7271889	0.111428798	
5	322.1479762	-6.04797619	-14.8297619	-6.04797619	-8.781785714	77.11976033	36.578016	
6	337.3297619	-14.8297619	-14.11154762	-14.8297619	0.718214286	0.51583176	219.9218382	
7	352.5115476	-14.11154762	-14.39333333	-14.11154762	-0.281785714	0.079403189	199.1357762	
8	367.6933333	-14.39333333	-9.175119048	-14.39333333	5.218214286	27.22976033	207.1680444	
9	382.875119	-9.175119048	-0.356904762	-9.17511905	8.818214286	77.76090319	84.18280954	
10	398.0569048	-0.356904762	4.861309524	-0.356904762	5.218214286	27.22976033	0.127381009	
11	413.2386905	4.861309524	1.67952381	4.861309524	-3.181785714	10.12376033	23.63233029	
12	428.4204762	1.67952381	9.097738095	1.67952381	7.418214286	55.02990319	2.820800227	
13	443.6022619	9.097738095	10.31595238	9.097738095	1.218214286	1.484046046	82.76883845	
14	458.7840476	10.31595238	2.934166667	10.31595238	-7.381785714	54.49076033	106.4188735	
15	473.9658333	2.934166667					8.609334028	
				SUMS		624.6244304	1506.01644	

c) Autocorrelation meselesini düzeltmek üçin GLS (ρ) ulanallyň, ýagny ilki bilen (ρ) tapallyň:

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \text{ (Şekil - 10)}$$

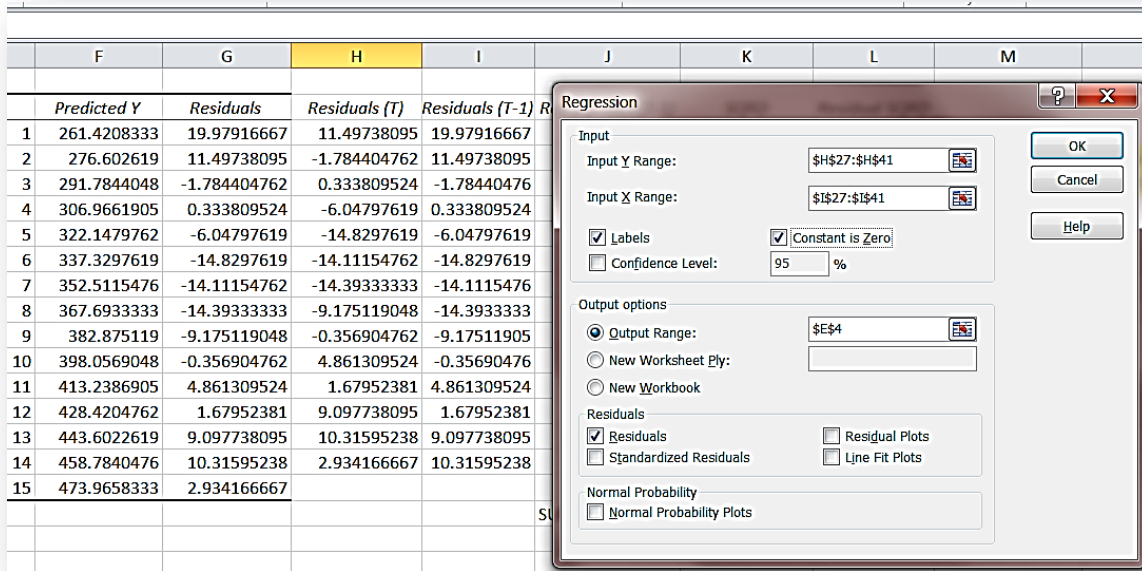
Ondan soň bolsa modelimizi transformasiýa edeliň, ýagny:

$$(Y_t - \rho Y_{t-1}) = \beta_1(1 - \rho) + \beta_2(X_t - \rho X_{t-1}) + \varepsilon_t \text{ (Şekil - 11)}$$

Transformasiýa edilen modeliň regressiýasyny edeliň, ýagny:

$$Y^* = \beta_1^* + \beta_2 X^* + \varepsilon_t \text{ (Şekil - 12)}$$

Şekil - 10



Şekil - 10 (dowamy)

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.76884762							
R Square	0.59112666							
Adjusted R Square	0.51420358							
Standard Error	5.9002033							
Observations	14							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	654.2881527	654.2881527	18.79468728	0.000969639			
Residual	13	452.561187	34.812399					
Total	14	1106.84934						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Residuals (T-1)	0.66101997	0.152474435	4.335283991	0.000808695	0.331618986	0.99042096	0.331618986	0.990420964

Yokardaky (Şekil - 10 dowamy) netijenamada görşünüz ýaly (ρ)=0.661!

Şekil - 11

=B2*\$D\$2								
B	C	D	E	F	G	H	I	J
Y	X	RHO	Y(t-1)*rho	Y(t)	Y*	X(t-1)*rho	X(t)	X*
281.4	1	0.66101997	186.011	288.1	102.08898	0.66102	2	1.33898
288.1	2		190.4399	290	99.560145	1.3220399	3	1.67796
290	3		191.6958	307.3	115.60421	1.9830599	4	2.01694
307.3	4		203.1314	316.1	112.96856	2.6440799	5	2.35592
316.1	5		208.9484	322.5	113.55159	3.3050999	6	2.6949
322.5	6		213.1789	338.4	125.22106	3.9661198	7	3.03388
338.4	7		223.6892	353.3	129.61084	4.6271398	8	3.37286
353.3	8		233.5384	373.7	140.16164	5.2881598	9	3.71184
373.7	9		247.0232	397.7	150.67684	5.9491798	10	4.05082
397.7	10		262.8876	418.1	155.21236	6.6101997	11	4.3898
418.1	11		276.3725	430.1	153.72755	7.2712197	12	4.72878
430.1	12		284.3047	452.7	168.39531	7.9322397	13	5.06776
452.7	13		299.2437	469.1	169.85626	8.5932597	14	5.40674
469.1	14		310.0845	476.9	166.81553	9.2542796	15	5.74572
476.9	15							

Şekil - 12

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.980755996							
R Square	0.961882324							
Adjusted R Square	0.958705851							
Standard Error	5.086982848							
Observations	14							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	7836.05227	7836.05227	302.814577	7.03538E-10			
Residual	12	310.528734	25.8773945					
Total	13	8146.581004						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	74.63043911	3.777549688	19.7563091	1.60935E-10	66.39986539	82.86101284	66.39986539	82.86101284
X*	17.31345945	0.994936733	17.4015682	7.03538E-10	15.14567853	19.48124037	15.14567853	19.48124037

Yokardaky (Şekil - 12) regressiya netijenamasy autocorrelation meselesi düzedilen regressiyadır. Regressiya netijenama layyklykda, 1956 - 1970 ýyllar aralygynda ortaça her ýyl (X) ABŞ - daky ýerli harajatlar (Y) takmynan 17.3 milýard USD artypdyr!

EXERCISE 12.34⁶⁶: Aşakda (Şekil - 13) 1950 - 1991 ýyllar aralygynda ABŞ - daky senagat önümleriniň satylany (sales, X) we taýýar önümi hökmünde durany (inventory, X) görkezilen (milýon USD).

Şekil - 13

TABLE 12.9 Inventories and Sales in U.S. Manufacturing, 1950–1991 (millions of dollars)

Year	Sales*	Inventories†	Ratio	Year	Sales*	Inventories†	Ratio
1950	46,486	84,646	1.82	1971	224,619	369,374	1.57
1951	50,229	90,560	1.80	1972	236,698	391,212	1.63
1952	53,501	98,145	1.83	1973	242,686	405,073	1.65
1953	52,805	101,599	1.92	1974	239,847	390,950	1.65
1954	55,906	102,567	1.83	1975	250,394	382,510	1.54
1955	63,027	108,121	1.72	1976	242,002	378,762	1.57
1956	72,931	124,499	1.71	1977	251,708	379,706	1.50
1957	84,790	157,625	1.86	1978	269,843	399,970	1.44
1958	86,589	159,708	1.84	1979	289,973	424,843	1.44
1959	98,797	174,636	1.77	1980	299,766	430,518	1.43
1960	113,201	188,378	1.66	1981	319,558	443,622	1.37
1961	126,905	211,691	1.67	1982	324,984	449,083	1.38
1962	143,936	242,157	1.68	1983	335,991	463,563	1.35
1963	154,391	265,215	1.72	1984	350,715	481,633	1.35
1964	168,129	283,413	1.69	1985	330,875	428,108	1.38
1965	163,351	311,852	1.95	1986	326,227	423,082	1.29
1966	172,547	312,379	1.78	1987	334,616	408,226	1.24
1967	190,682	339,516	1.73	1988	359,081	439,821	1.18
1968	194,538	334,749	1.73	1989	394,615	479,106	1.17
1969	194,657	322,654	1.68	1990	411,663	509,902	1.21
1970	206,326	338,109	1.59				

a) Regressiýa netijenama aşakda (Şekil - 14) görkezilen:

Şekil - 14

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.971072042							
R Square	0.942980912							
Adjusted R Square	0.941518884							
Standard Error	31803.72971							
Observations	41							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	6.52384E+11	6.52384E+11	644.981472	7.21323E-26			
Residual	39	39447611718	1011477224					
Total	40	6.91832E+11						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	66668.96607	10895.72525	6.11881858	3.5415E-07	44630.28155	88707.65059	44630.2816	88707.65059
X Sales	1.183862449	0.046615208	25.39648542	7.2132E-26	1.089574292	1.278150607	1.08957429	1.278150607

⁶⁶ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 463, Exercise 12.34

b) Autocorrelation meselesini barlamak üçin Durbin - Watson test edeliň, ýagny (Şekil - 15);

Şekil - 15

<i>Residuals</i>	<i>Residuals (T)</i>	<i>Residuals (T-1)</i>	<i>Res (T) - Res (T-1)</i>	<i>SQRD</i>	<i>Residual SQRD</i>	
-37055.9959	-35573.19305	-37055.9959	1482.802852	2198704.297	1373146832	
-35573.19305	-31861.79098	-35573.193	3711.402065	13774505.29	1265452064	
-31861.79098	-27583.82272	-31861.791	4277.968265	18301012.47	1015173725	
-27583.82272	-30286.98017	-27583.8227	-2703.157456	7307060.231	760867275.7	
-30286.98017	-33163.26468	-30286.9802	-2876.284503	8273012.54	917301168	
-33163.26468	-28510.23838	-33163.2647	4653.026301	21650653.75	1099802124	
-28510.23838	-9423.663163	-28510.2384	19086.57521	364297353.3	812833692.2	
-9423.663163	-9470.43171	-9423.66316	-46.76854658	2187.296949	88805427.42	
-9470.43171	-8995.024493	-9470.43171	475.407217	226012.022	89689076.77	
-8995.024493	-12305.37922	-8995.02449	-3310.354722	10958448.39	80910465.63	
-12305.37922	-5216.030222	-12305.3792	7089.348993	50258869.14	151422357.6	
-5216.030222	5087.608401	-5216.03022	10303.63862	106164968.9	27206971.28	
5087.608401	15768.32649	5087.608401	10680.71809	114077738.9	25883759.24	
15768.32649	17702.42416	15768.32649	1934.097669	3740733.794	248640120.3	
17702.42416	51797.91894	17702.42416	34095.49478	1162502765	313375821.2	
51797.91894	41438.11986	51797.91894	-10359.79909	107325437.1	2683024407	
41438.11986	47105.77434	41438.11986	5667.654479	32122307.29	1717117777	
47105.77434	37773.80073	47105.77434	-9331.973605	87085731.37	2218953976	
37773.80073	25537.9211	37773.80073	-12235.87963	149716750.4	1426860022	
25537.9211	27178.43018	25537.9211	1640.509077	2691270.033	652185414.2	
27178.43018	36787.03439	27178.43018	9608.604212	92325274.9	738667067	
36787.03439	44325.15986	36787.03439	7538.125473	56823335.65	1353285899	
44325.15986	51097.19152	44325.15986	6772.031653	45860412.7	1964719797	
51097.19152	40335.17701	51097.19152	-10762.01451	115820956.2	2610922981	
40335.17701	19408.97976	40335.17701	-20926.19725	437905731.5	1626926504	
19408.97976	25595.95343	19408.97976	6186.973676	38278643.27	376708495.2	
25595.95343	15049.3845	25595.95343	-10546.56893	111230116.3	655152832.1	
15049.3845	13844.03898	15049.3845	-1205.345521	1452857.825	226483973.8	
13844.03898	14885.88787	13844.03898	1041.848892	1085449.115	191657415.2	
14885.88787	8967.322901	14885.88787	-5918.564968	35029411.28	221589657.6	
8967.322901	-1359.682698	8967.322901	-10327.0056	106647044.7	80412880.02	Durbin - Watson d
-1359.682698	-2322.320349	-1359.6827	-962.6376508	926671.2467	1848737.04	0.132069722
-2322.320349	-873.0943303	-2322.32035	1449.226019	2100256.054	5393171.804	
-873.0943303	-234.2850362	-873.09433	638.8092941	408077.3143	762293.7096	
-234.2850362	-30271.45404	-234.285036	-30037.169	902231521.7	54889.47816	
-30271.45404	-29794.86137	-30271.454	476.5926651	227140.5684	916360929.6	
-29794.86137	-54582.28346	-29794.8614	-24787.42209	614416293.8	887733764.3	
-54582.28346	-51950.47829	-54582.2835	2631.805174	6926398.474	2979225668	
-51950.47829	-54732.84657	-51950.4783	-2782.368279	7741573.241	2698852194	
-54732.84657	-44119.33361	-54732.8466	10613.51296	112646657.4	2995684493	
-44119.33361						
			SUM	4952759344	37501096120	

Ýokarda (Şekil - 15) görşüňiz ýaly Durbin - Watson test netijesi $d = 0.132$. Durbin - Watson tablisa laýyklykda ýekeje garassyz görkezijisi we 40

statistiki maglumaty bolan model üçin $D_L=1.442$ we $D_U=1.544$ ⁶⁷. Biziň Durbin - Watson test netijämiz bularyň aralygynda bolmanlygy üçin ($d = 0.132$), modelimizde autocorrelation meselesi bar!

c) Autocorrelation meselesini düzeltmek üçin GLS (ρ) ulanallyň, ýagny ilki bilen (ρ) tapallyň:

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \text{ (Şekil - 16)}$$

Ondan soň bolsa görkezijileri transformasiýa edeliň, ýagny:

$$(Y_t - \rho Y_{t-1}) = \beta_1(1 - \rho) + \beta_2(X_t - \rho X_{t-1}) + \varepsilon_t \text{ (Şekil - 17)}$$

Transformasiýa edilen görkezijileriň regressiýasyny edeliň, ýagny:

$$Y^* = \beta_1^* + \beta_2 X^* + \varepsilon_t \text{ (Şekil - 18)}$$

Şekil - 16

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.934493019							
R Square	0.873277203							
Adjusted R Square	0.847636178							
Standard Error	11122.74485							
Observations	40							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	33249562217	33249562217	268.7583596	8.001E-19			
Residual	39	4824902669	123715453.1					
Total	40	38074464886						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Residual (T-1)	0.941609832	0.057436768	16.39385127	4.33702E-19	0.825433	1.057786661	0.825433	1.057786661

($\rho = 0.941$) tapylandan soň görkezijilerimizi transformasiýa edýäris!

⁶⁷ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009,page 888

Şekil - 17

RHO	Year	X Sales	Y Inventories	Y(T)	Y(t-1)*rho	Y*	X(T)	X(T-1)*rho	X*
0.941609832	1950	46486	84646	90560	79703.506	10856.494	50229	43771.675	6457.3253
	1951	50229	90560	98145	85272.186	12872.814	53501	47296.12	6204.8797
	1952	53501	98145	101599	92414.297	9184.703	52805	50377.068	2427.9324
	1953	52805	101599	102567	95666.617	6900.3826	55906	49721.707	6184.2928
	1954	55906	102567	108121	96578.096	11542.904	63027	52641.639	10385.361
	1955	63027	108121	124499	101807.8	22691.203	72931	59346.843	13584.157
	1956	72931	124499	157625	117229.48	40395.517	84790	68672.547	16117.453
	1957	84790	157625	159708	148421.25	11286.75	86589	79839.098	6749.9023
	1958	86589	159708	174636	150382.62	24253.377	98797	81533.054	17263.946
	1959	98797	174636	188378	164438.97	23939.025	113201	93028.227	20172.773
	1960	113201	188378	211691	177378.58	34312.423	126905	106591.17	20313.825
	1961	126905	211691	242157	199330.33	42826.673	143936	119495	24441.004
	1962	143936	242157	265215	228017.41	37197.588	154391	135531.55	18859.447
	1963	154391	265215	283413	249729.05	33683.948	168129	145376.08	22752.916
	1964	168129	283413	311852	266864.47	44987.533	163351	158311.92	5039.0805
	1965	163351	311852	312379	293642.91	18736.091	172547	153812.91	18734.092
	1966	172547	312379	339516	294139.14	45376.862	190682	162471.95	28210.048
	1967	190682	339516	334749	319691.6	15057.396	194538	179548.05	14989.954
	1968	194538	334749	322654	315202.95	7451.0502	194657	183178.89	11478.106
	1969	194657	322654	338109	303814.18	34294.821	206326	183290.95	23035.055
	1970	206326	338109	369374	318366.76	51007.241	224619	194278.59	30340.41
	1971	224619	369374	391212	347806.19	43405.81	236698	211503.46	25194.541
	1972	236698	391212	405073	368369.07	36703.934	242686	222877.16	19808.836
	1973	242686	405073	390950	381420.72	9529.2804	239847	228515.52	11331.476
	1974	239847	390950	382510	368122.36	14387.636	250394	225842.29	24551.707
	1975	250394	382510	378762	360175.18	18586.823	242002	235773.45	6228.5476
	1976	242002	378762	379706	356646.02	23059.977	251708	227871.46	23836.537
	1977	251708	379706	399970	357534.9	42435.097	269843	237010.73	32832.272
	1978	269843	399970	424843	376615.68	48227.315	289973	254086.82	35886.178
	1979	289973	424843	430518	400036.35	30481.654	299766	273041.43	26724.572
	1980	299766	430518	443622	405379.98	38242.018	319558	282262.61	37295.387
	1981	319558	443622	449083	417718.84	31364.163	324984	300898.95	24085.045
	1982	324984	449083	463563	422860.97	40702.032	335991	306008.13	29982.87
	1983	335991	463563	481633	436495.48	45137.521	350715	316372.43	34342.571
	1984	350715	481633	428108	453510.37	-25402.368	330875	330236.69	638.30764
	1985	330875	428108	423082	403110.7	19971.298	326227	311555.15	14671.847
	1986	326227	423082	408226	398378.17	9847.8289	334616	307178.55	27437.449
	1987	334616	408226	439821	384389.62	55431.385	359081	315077.72	44003.284
	1988	359081	439821	479106	414139.78	64966.222	394615	338114.2	56500.8
	1989	394615	479106	509902	451130.92	58771.08	411663	371573.36	40089.636
	1990	411663	509902						

Transformasiya edilen görkezijilerin regressiýasy aşakda (Şekil - 18):

Şekil - 18

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.788402199							
R Square	0.621578027							
Adjusted R Square	0.611619554							
Standard Error	11263.69612							
Observations	40							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	7918898097	7918898097	62.4170019	1.5403E-09			
Residual	38	4821092309	126870850.2					
Total	39	12739990406						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	4278.021515	3558.511899	1.202193961	0.23672658	-2925.8092	11481.85224	-2925.8092	11481.85224
X*	1.160154201	0.146846725	7.900443144	1.5403E-09	0.862878548	1.457429854	0.862878548	1.457429854

Ýokarda (Şekil - 14) regressiýa netijenama laýyklykda: satyşlaryň 1 milýon USD ýokarlanmagy, 1.18 milýon USD - lyk taýýar önüm öndürilmegine getirer! Taýýar önümleriň üýtgemeginiň 94% satyşlar jogap berýär. Ýöne bu modelde autocorrelation meselesi bar! Düzedilen regressiýa netijenamasyna (Şekil - 18) laýyklykda, satyşlaryň 1 milýon USD ýokarlanmagy, ýenede takmynan 1.16 milýon USD - lyk taýýar önümiň öndürilmegine getirer (öňki bilen kafisentiň tapawudy ýok). Ýöne, indi satyşlar, taýýar önümleriň önümçiligine diňe 62% derejede täsir edýändigini orta çykýar. Taýýar önümleriň artmagyna ýa - da azalmagyna sebäp bolýan 40% faktorlar bar diýmegi aňladýar! (mysal üçin çig malyň bahasy, alyjylaryň girdejileriniň ýokarlanmagy, eksport, we ş.m.).

EXERCISE 12.35⁶⁸: Aşakda (Şekil - 19) 1954 - 1981 ýyllar aralygynda ABŞ - ýň paýnamalaryň girdeji görerimi (RR), ykdysady ösüş depginini (Growth) we inflýasiýa derejesi (Inflation), ählisi göterimde, berilen.

a) Paýnamalaryň girdeji göteriminiň inflýasiýa regressiýa netijenamasy aşakda berilen (Şekil - 20)

b) Paýnamalaryň girdeji göteriminiň inflýasiýa we ösüş depginine regressiýa netijenamasy aşakda (Şekil - 21) berilen:

⁶⁸ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 464, Exercise 12.35

Şekil - 19

TABLE 12.10 Rate of Return, Output Growth and Inflation, United States, 1954–1981	Observation	RR	Growth	Inflation
	1954	53.0	6.7	−0.4
	1955	31.2	2.1	0.4
	1956	3.7	1.8	2.9
	1957	−13.8	−0.4	3.0
	1958	41.7	6.0	1.7
	1959	10.5	2.1	1.5
	1960	−1.3	2.6	1.8
	1961	26.1	5.8	0.8
	1962	−10.5	4.0	1.8
	1963	21.2	5.3	1.6
	1964	15.5	6.0	1.0
	1965	10.2	6.0	2.3
	1966	−13.3	2.7	3.2
	1967	21.3	4.6	2.7
	1968	6.8	2.8	4.3
	1969	−13.5	−0.2	5.0
	1970	−0.4	3.4	4.4
	1971	10.5	5.7	3.8
	1972	15.4	5.8	3.6
	1973	−22.6	−0.6	7.9
	1974	−37.3	−1.2	10.8
	1975	31.2	5.4	6.0
	1976	19.1	5.5	4.7
	1977	−13.1	5.0	5.9
	1978	−1.3	2.8	7.9
	1979	8.6	−0.3	9.8
	1980	−22.2	2.6	10.2
	1981	−12.2	−1.9	7.3

Şekil - 20

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.642954492							
R Square	0.413390479							
Adjusted R Square	0.390828574							
Standard Error	16.31106106							
Observations	28							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	4874.71397	4874.713965	18.32249917	0.00022426			
Residual	26	6917.31853	266.0507129					
Total	27	11792.0325						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	23.98694065	5.23503706	4.582000162	0.000101324	13.2261679	34.74771343	13.22616786	34.74771343
Inflation	-4.375619828	1.02222671	-4.280478848	0.000224265	-6.47683693	-2.27440272	-6.476836933	-2.274402724

Şekil - 21

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.756553909							
R Square	0.572373817							
Adjusted R Square	0.538163722							
Standard Error	14.20222778							
Observations	28							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	6749.45065	3374.725327	16.73113808	2.4451E-05			
Residual	25	5042.58185	201.7032739					
Total	27	11792.0325						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	3.531811995	8.11136892	0.435415036	0.666997387	-13.173865	20.23748901	-13.17386502	20.23748901
Growth	3.943315101	1.29344455	3.048692804	0.005369887	1.27941618	6.607214024	1.279416178	6.607214024
Inflation	-2.499425595	1.08210146	-2.309788572	0.029441893	-4.72805528	-0.27079591	-4.728055279	-0.270795912

- c) Eugene Fama - nyň aýdan zadyny dogrulamak üçin inflýasiýa bilen ösüş depgininiň correlation testini tapmaly, ýagny (Eugene Fama dogry!):

	Growth	Inflation
Growth	1	
Inflation	-0.56871692	1

- d) (Şekil - 20) - dăki regressiýanyň Durbin - Watson testi $d = 2.076$ we (Şekil - 21) dăki regressiýanyň Durbin - Watson testi $d = 1.896$. Iki regressiýada - da autocorrelation meselesi bar⁶⁹.
- e) Transformasiýa edilen görkezijileri bilen, ýagny autocorrelation meselesi düzedilen iki modeliň (Şeki - 20 we 21) regressiýa netijeleri aşakda berilen (Şekil - 22) we (Şekil - 23):

⁶⁹ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 888

Şekil - 22

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.618866682							
R Square	0.38299597							
Adjusted R Square	0.358315809							
Standard Error	15.43693974							
Observations	27							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	3698.01467	3698.014668	15.5183739	0.00057888			
Residual	25	5957.47771	238.2991086					
Total	26	9655.49238						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	22.00855185	5.29496539	4.156505324	0.000331162	11.1033665	32.91373721	11.10336648	32.91373721
X*	-3.686181798	0.93573666	-3.939336734	0.00057888	-5.61336752	-1.75899607	-5.613367524	-1.758996071

Şekil - 23

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.726710313							
R Square	0.528107879							
Adjusted R Square	0.488783536							
Standard Error	13.66291692							
Observations	27							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	2	5013.92713	2506.963563	13.42954092	0.00012193			
Residual	24	4480.20717	186.6752988					
Total	26	9494.1343						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	2.24965677	7.86820749	0.285917316	0.777394807	-13.9895253	18.48883888	-13.98952535	18.48883888
Inflation*	-2.178697414	1.05201127	-2.070982968	0.049278953	-4.34994195	-0.00745287	-4.349941953	-0.007452875
Growth*	3.652855975	1.25408976	2.912754805	0.007627872	1.06454192	6.241170027	1.064541922	6.241170027

Taryhyň bilmek – wajypdyr! Taryhy okadygyňça bir zada düşüňärsiň – taryh, aslynda, ykdysady taryhdan ybaratdygyny! Ýewropalylylar kontinentleri näme keýpine açandyrlar öýdýäňizmi? Aýralça agaçdan ýasalan gämilerde okeanyň “aňyrsy bärisi görünmeýän gujagyna” özlerini oklar ýaly näme bular dälmi? Ýewropalylylar muny gazanç üçin etdiler! Gurulan äpet binalar, köşkler, galalar, bularyň ählisi ykdysady ýagdaýyň nähilidiginden habar berýär! Geçmişde bolup geçen islän meseläniň sebäbinde ykdysadyýetiň ýatandygyny görersiňiz! Ykdysadyýet ylmyny bilmän taryhy okamak – “ak – gara reňkdäki telewizorda” kino görmek ýaly! Näme üçin mongollar ýöne hereketde bolupdyrlar? Näme üçin Çingiz hanyň köşgi ýa – da galasy ýok? Sebäbi mongollaryň ykdysadyýeti basybalyjylyga bagly! Olaryň oturymly, önümçilikli ykdysadyýeti bolmandyr! Ähli girdeji – basybalynan gymmat bahaly zatlar, oljalar, gyrymlar, gullar, mallar – ýörişlere bagly (Uruş ykdysadyýeti)! 1991 – nji ýylda dagap ýykylyp giden Sosiýalistik Döwletler Birliginiň ykdysady taryhyny megerem belli rus ykdysadçysy Grigoriy Isaakowiç Hanin – den gowy bilýän ýok bolsa gerek, sebäbi onuň 3 tomluk “Ekonomičeskaja istorija Rossii w nowyejšeye wremja” atly kitaby, “ähli zady eýýäm bilýäris” diýýän belli Amerikaly we Ýewropaly ykdysadçylaryň hem “agzyny açdyrypdy”. Mysal üçin Ýosif Stalini bütün dünýä “zalym” hökmünde tanaýar, emma welin Sowet Birliginiň in okgunly ösen döwri (önümçilik kuwwaty boýunça dünýäniň 2 döwleti bolupdy wagtynda) Ýosif Staliniň döwrüne düşmegi ýöne ýere däl. Onuň ýöreden ykdysady syýasaty, şindilerem özboluşly hasap edilýänem bolsa, netijelilik boýunça in ýiti ykdysadçylary hem haýrana galdyryan ädimleri Grigoriy Isaakowiçiň kitabynda görkezilen. Men bu ýerde hiç kimi aklamogam ýa – da garalamogam, men diňe taryha “ykysady göz” bilen bakylsa, käbir meselelere has üýtgeşik seredip başlajagymyzy aýdýaryn! Ýene – de şol kitapda, Sowet Birliginiň dagamagynyň esasy sebäbi hökmünde – iş başyna getirilen (wezipä bellenen) işgärleriň soňa – baka ukyplylygynyň we tehniki taýýarlyklarynyň örän pes bolandygy ýazylýar. Ýosif Stalinden soňky döwürlerde, iş başyna getirilýän adamlaryň esasan hem ylm – bilim we profesýonal taýýarlygyna dälde, onuň “kommunizme wepalylygyna” has köpräk ünsüň berilmegi netijesinde, ähli döwlet guramalarynyň işiniň “gowşamagyna”, netijeliligiň bolsa diňe “kagyz ýüzünde” bolmagyna (nomenklatura) getirendigini açyk subutnamalar bilen (köp ýerlerinde şol wezipeli işgärleriň öz biýografiýalarynda aýdan sözlerini getirmek arkaly) görkezýär. Grigoriý Isaakowiçiň 3 tomda ýazan zatlaryny eger – de bir sözlemde jemlemeli bolsa, onda: “Her bir ykdysady ulgamyň – bazar ykdysadyýeti ýa – da kommunizm ykdysadyýeti – netijeli işlemegi üçin – ýagny ykdysadyýeti ösüşe, önümçiligiň ösmegine – amala aşyrylmagy hökmany bolan şertler bardyr (bazar ykdysadyýetinde bäsleşik we gözegçilik ýaly), eger – de şol şertler ýerine ýetirilse, islendik ykdysady ulgam bilen ykdysady ösüş mümkindir!”. Ussat halypanyň aýdany bilen doly ylalaşýaryn! Bazar ykdysadyýetine geçeni bilenem garyp ýaşayan döwletleriň düýp sebäbi hem şol “ýerine ýetirilmeyän şertler” bolmaly!

9 - NJY BÖLÜM.MODELİN DÜZÜLİŞİ

Görkezijiler arasyndaky gatnaşygyň matematiki modeliniň hakykysyny tapmak örän kyn! Näçe sany garaşsyz görkeziji bolmaly? Azrakmy, köpräkmi? Ýene haýsy görkezijiler bagly görkezijä täsir edip bilýär? Belki - de görkezijiler logaritmik bolmaly? Belki - de regressiýa bularyň kwadrady hem goşmaly? Ekonometriki seljerişleriň iň agyryly nokady - ekonometriki modelniň nädogry düzülmegidir! Saýlan we düzen ekonometriki modeliniň dogrulygyny ýa - da ýalňyslygyny orta çykarýan birnäçe testler bardyr, men bu kitapda iň ýörgünlisi bolany şu 2 - sini ulanmakçy: Akaike' s Information Criterion (AIC) we Schwarz' s Information Criterion (SIC) ulanmakçy. Ekonometriki model düzülende göýberilýän ýalňyslyklar:

- Ähmiýetli görkezijiniň modelde ýoklugy (kafisentleriň nädogry bolmagyna getirýär)
- Ähmiýetsiz görkezijiniň modelde bolmagy (kafisentler dogry, ýöne modelimiziň çaklama güýji azalýar)
- Modelniň matematiki funksiýasynyň ýalňyslygy (görkezijileriň belgileriniň ýalňys bolmagyna we kafisentleriň nädogry bolmagyna getirýär)
- Maglumat alnanda goýberilen hasabat ýalňyslygy (Bagly görkezijiniň sanlarynyň arasynda ýalňyslyklaryň bolmagy: garaşsyz görkezijileriniň kafisentleri ýene - de dogry bolar, ýöne modelimiziň çaklama güýji azalar. Eger - de garaşsyz görkezijileriň sanlarynda ýalňyslyk bolsa, kafisentler nädogry bolar!)
- Ýalňyslygyň nädogry hasaplanylmagy (Kafisentlerimizi nädogry eder!)
- Ýalňyslygyň, OLS usulynyň şertlerini bozmaýanlygyny çak etmek (Kafisentlerimizi nädogry eder! Autocorrelation)

Modelniň düzülişini barlaýan testler az däl, ýöne ýene - de, ykdysadçy ekonometriki modelleri düzende ykdysady nazaryýetden, şol mowzuk boýunça eýýäm edilen işlerden ugur almalydyr! Bolmasa, ýöne testleriň netijesine kowalaşmak, modeli has üýtgeşik etjek bolmak niýeti ekonometriki seljerişiniň netijesine uly şübhe döretmek bilen birlikde, seljeriş geçirýäniň ylmy ukybyna uly şübhe döretmegine getirer. OLS usuly ulanyp, ekonometriki seljeriş geçirilen

meseleler barada münlerçe ylmy işler bar, bulary okamak, öwrenmek we bularyň düzen modelleriniň artyk tarapyny we kemçiliklerini bileniňden soňra ekonometrik modelleriňize üýtgeşme girizmegi maslahat berýäriň! Statistiki maglumatlar - sandyr, gury sanlara seredip regressiýa geçirseňiz, gülkünç we manysy bolmaýan netijelere alarsyňyz. Her bir modeliň arkasynda - ylym - ýatmalydyr!

Modeliň ýalňys düzüldigine ýşarat edýän ýagdaýlar:

- F - testiň kiçi bolmagy
 - R^2 kiçi bolmagy
- Standard Erroruň uly bolmagy
 - RSS uly bolmagy
- Kafisentleriň belgileriniň ýalňys bolmagy: (-) bolmagyň ýerine (+) bolmagy
 - Adjusted R^2 kiçi bolmagy
- Ähmiýetlidigi bilinyň görkezijileriň regressiýa netijesinde ähmiýetsiz bolup çykmagy (T - test)
 - Akaike (AIC) we Schwarz (SIC) Criterion - laryň uly bolmagy

Birnäçe ekonometriki modeller bolsun, bularyň arasynda “iň dogra” ýakyny, Akaike (AIC) we Schwarz (SIC) kriteriýalary iň düşük bolany - iň dogry düzülen model diýilip hasap edilýär! (Model with lowest AIC or SIC criterion is the best model!)

$$AIC = \frac{(RSS)(e)^{\frac{2k}{n}}}{n}$$

$$\ln(AIC) = \left(\frac{2k}{n}\right) + \ln\left(\frac{RSS}{n}\right)$$

$$SIC = \frac{(RSS)(n)^{\frac{k}{n}}}{n}$$

$$\ln(AIC) = \left(\frac{k}{n}\right) \ln(n) + \ln\left(\frac{RSS}{n}\right)$$

EXERCISE 13.28⁷⁰: Aşakda (Şekil - 1) 1970 - 2005 ýyllarda ABŞ - yň süýşürintgiler (Savings, Y) we girdeji (Income, X) barada maglumat berilen (milýard USD). Aşakdaky berilen 2 modelleriň haýsysynyň has dogrulygyny barlaň:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \beta_3 X_{t-1} + u_t \quad (1 - \text{nji model, Şekil - 2})$$

$$Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + \alpha_3 Y_{t-1} + u_t \quad (2 - \text{nji model, Şekil - 3})$$

Ilki bilen iki modeliň hem regressiýa netijenasyny aşakda görkezeliň (üns beriň, regressiýa netijesinde 1 maglumaty ýitirdik, aslynda 36 ýylyň maglumaty bar ýöne bizde 35!):

Şekil - 1

TABLE 8.11	Year	Savings	Income
Savings and Personal	1970	69.5	735.7
Disposable Income	1971	80.6	801.8
(billions of dollars),	1972	77.2	869.1
United States,	1973	102.7	978.3
1970–2005 (billions of	1974	113.6	1,071.6
dollars, except as	1975	125.6	1,187.4
noted; quarterly data	1976	122.3	1,302.5
at seasonally adjusted	1977	125.3	1,435.7
annual rates)	1978	142.5	1,608.3
Source: Department of	1979	159.1	1,793.5
Commerce, Bureau of	1980	201.4	2,009.0
Economic Analysis.	1981	244.3	2,246.1
	1982	270.8	2,421.2
	1983	233.6	2,608.4
	1984	314.8	2,912.0
	1985	280.0	3,109.3
	1986	268.4	3,285.1
	1987	241.4	3,458.3
	1988	272.9	3,748.7
	1989	287.1	4,021.7
	1990	299.4	4,285.8
	1991	324.2	4,464.3
	1992	366.0	4,751.4
	1993	284.0	4,911.9
	1994	249.5	5,151.8
	1995	250.9	5,408.2
	1996	228.4	5,688.5
	1997	218.3	5,988.8
	1998	276.8	6,395.9
	1999	158.6	6,695.0
	2000	168.5	7,194.0
	2001	132.3	7,486.8
	2002	184.7	7,830.1
	2003	174.9	8,162.5
	2004	174.3	8,681.6
	2005	34.8	9,036.1

⁷⁰ Basic Econometrics, Damodar N. Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 518, Exercise 13.28

(1 - nji model, Şekil - 2)

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.262961555							
R Square	0.06914878							
Adjusted R Square	0.010970578							
Standard Error	80.44349245							
Observations	35							
ANOVA								
		df	SS	MS	F	Significance F		
Regression	2	15382.82359	7691.41179	1.18856854	0.31774912			
Residual	32	207076.9753	6471.15548					
Total	34	222459.7989						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	162.448313	33.37992791	4.86664661	2.9269E-05	94.4556248	230.441001	94.455625	230.4410011
X	0.327853723	0.230434995	1.42276013	0.1644818	-0.141527	0.79723445	-0.141527	0.797234447
X(t-1)	-0.336894593	0.239261843	-1.4080582	0.16875532	-0.82425502	0.15046583	-0.824255	0.150465832

(2 - nji model, Şekil - 3)

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.857002207							
R Square	0.734452783							
Adjusted R Square	0.717856082							
Standard Error	42.9656769							
Observations	35							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	163386.2183	81693.1092	44.2529379	6.1132E-10			
Residual	32	59073.58054	1846.04939					
Total	34	222459.7989						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	39.19312778	21.54574139	1.8190661	0.0782703	-4.69411127	83.0803668	-4.6941113	83.08036684
X	-0.005713887	0.003120333	-1.8311785	0.07639889	-0.0120698	0.00064202	-0.0120698	0.000642024
Y (t -1)	0.918413936	0.098394801	9.33396808	1.1907E-10	0.71799028	1.11883759	0.7179903	1.118837588

1 - nji modelin: hiç bir garassyz görkezijisi ähmiyetli däl (90% ähtimallyk bilen T - testleri), F - testi netijesi bolsa (1.18) (numerator = 2, denominator = 32 üçin F - testi = 3.23 bolmaly) görkezijilerini hiç biriniň ähmiyetli dældigini ýene bir gezek tassyklaýar. $R^2 = 0.069$ bolmagy (örän kiçi), modelin çaklama güýjüniň düýbünden ýokdugyny aňladýar! Ýagny, 1 - nji model “ulanyssyz” (inapplicable!!) 1 - nji modelin AIC we SIC hasaplanany aşakda görkezilen ((n (maglumat sany)=35, k (garassyz görkeziji sany)= 2):

$$AIC = \frac{(RSS)(e)^{\frac{2k}{n}}}{n} = \frac{(207076.9753)(e)^{\frac{4}{35}}}{35} = 6632$$

$$SIC = \frac{(RSS)(n)^{\frac{k}{n}}}{n} = \frac{(207076.9753)(35)^{\frac{2}{35}}}{35} = 7249$$

2 - nji modelin: garaşsyz görkezijisi ähmiýetli (90% ähtimallyk bilen T - testleri), F - testi netijesi bolsa (44.25) (numerator = 2, denominator = 32 üçin F - testi = 3.23 bolmaly) görkezijileriniň umumy ähmiýetlililigi ýokarydygy tassyklanýar. $R^2 = 0.73$ bolmagy, modelin çaklama 73% - digini bildirýär! Ýagny, 2 - nji model, 1 - nji model bilen deňeşdireniňde “dogra iň ýakyn” ! 2 - nji modelin AIC we SIC hasaplanany aşakda görkezilen ((n (maglumat sany)=35, k (garaşsyz görkeziji sany)= 2):

$$AIC = \frac{(RSS)(e)^{\frac{2k}{n}}}{n} = \frac{(59073.58)(e)^{\frac{4}{35}}}{35} = 1892$$

$$SIC = \frac{(RSS)(n)^{\frac{k}{n}}}{n} = \frac{(59073.58)(35)^{\frac{2}{35}}}{35} = 2068$$

MYSAL: AIC we SIC kriteriýalaryny barlap görmek üçin şeýle jykdaýy we önümçilik funksiýasyny düzeliň:

$$Y = 10000 + 30000X - 300X^2 + X^3$$

Aşakda (Şekil - 4) önümçilik kärhanasynyň hepdelik öndüren önüminiň mukdary bilen jemi çykdaýysyny ýokardaky funksiýa görä EXCEL - de ýasalyň. Şu aşakdaky modellerin haýsysy jemi çykdaýylar (Y) bilen öndürilen önümiň (X) arasyndaky modeli OLS usuly matematiki şekilde dogry düzüldigini regressiýalar arkaly göreliň:

$$Y_t = \alpha + \alpha_1 X_{1t} + u_t \quad (1)$$

$$Y_t = \beta + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t}^2 + u_t \quad (2)$$

$$Y_t = \gamma + \gamma_1 X_{1t} + \gamma_2 X_{2t}^2 + \gamma_3 X_{3t}^3 + u_t \quad (3)$$

$$Y_t = \theta + \theta_1 X_{1t} + \theta_2 X_{2t}^2 + \theta_3 X_{3t}^3 + \theta_4 X_{4t}^4 + u_t \quad (4)$$

Şekil - 4

Çykdajy	Öndürilen mukdar
4,662,264	254
11,658,000	320
32,265,875	415
1,025,625	125
414,503,625	845
145,713,125	625
5,502,125	265
56,752,968	482
75,098,000	520
98,346,000	560
145,713,125	625
12,553,176	326
562,525,625	925
28,010,000	400
204,307,472	688
232,485,544	714
279,455,077	753
564,569,976	926
419,518,992	848
550,363,259	919
174,751,112	658
544,348,496	916
513,010,000	900
369,611,813	817
12,400,625	325

1 - nji model

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.938802489							
R Square	0.881350113							
Adjusted R Square	0.876191422							
Standard Error	73865159.22							
Observations	25							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	9.32155E+17	9.32155E+17	170.8476348	3.94046E-12			
Residual	23	1.25489E+17	5.45606E+15					
Total	24	1.05764E+18						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-258937174.9	39391647.86	-6.573402967	1.04585E-06	-340425007	-177449343	-340425007	-177449342.8
Öndürilen mukdar	787577.1415	60254.37936	13.0708697	3.94046E-12	662931.4611	912222.822	662931.461	912222.822

2 - nji model

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.998425428							
R Square	0.996853336							
Adjusted R Square	0.996567276							
Standard Error	12299394.18							
Observations	25							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	1.05432E+18	5.27158E+17	3484.765938	2.9947E-28			
Residual	22	3.32805E+15	1.51275E+14					
Total	24	1.05764E+18						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	111151780	14581850.83	7.622611242	1.30419E-07	80910872.33	141392687.7	80910872.3	141392687.7
Q	-782553.2101	56156.10817	-13.93531774	2.14023E-12	-899013.8504	-666092.57	-899013.85	-666092.5698
Qsqrd	1360.49946	47.87570147	28.41732691	7.77237E-19	1261.211332	1459.787588	1261.21133	1459.787588

3 - nji model

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	1							
R Square	1							
Adjusted R Square	1							
Standard Error	2.89213E-08							
Observations	25							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	1.05764E+18	3.52548E+17	4.21487E+32	0			
Residual	21	1.75652E-14	8.3644E-16					
Total	24	1.05764E+18						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	10000	6.54236E-08	1.5285E+11	1.7758E-222	10000	10000	10000	10000
Q	30000	4.28224E-10	7.00569E+13	2.3147E-278	30000	30000	30000	30000
Qsqrd	-300	8.40033E-13	-3.57129E+14	3.2333E-293	-300	-300	-300	-300
Q cub	1	5.01328E-16	1.9947E+15	0	1	1	1	1

4 - nji model

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	1							
R Square	1							
Adjusted R Square	1							
Standard Error	4.02394E-08							
Observations	25							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	4	1.05764E+18	2.64411E+17	1.63296E+32	0			
Residual	20	3.23842E-14	1.61921E-15					
Total	24	1.05764E+18						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	10000	1.58658E-07	63028510948	1.8431E-204	10000	10000	10000	10000
Q	30000	1.60127E-09	1.87351E+13	6.356E-254	30000	30000	30000	30000
Qsqrd	-300	5.45259E-12	-5.50197E+13	2.7921E-263	-300	-300	-300	-300
Q cub	1	7.44503E-15	1.34318E+14	4.9388E-271	1	1	1	1
Qquadrpl	-4.97659E-18	3.49964E-18	-1.422030159	0.17042606	-1.22767E-17	2.32352E-18	-1.2277E-17	2.32352E-18

1 - nji model: F - test (170.84) we garaşsyz görkezijiniň T - testi (13) bu görkezijiniň bagly görkeziji üçin ähmiýetlidigini görkezýär. $R^2 = 0.88$ bolmagy, modelniň çaklama güýjüniň ýokardygyny görkezýär. Ýöne, standard error - yna laýyklykda, modelimiziň çykdaýylary çaklama ýalňyslygy ± 73.8 milýon Manat töweregi boljagyny aňladýar. Mukdaryň belgisiniň (+Q) bolmagy, önümçiligiň artdygyça çykdaýylaryňam artjagyny aňladýar we bu dogry belgidir!

$$AIC_1 = \frac{(RSS)(e)^{\frac{2k}{n}}}{n} = \frac{(125 * 10^{15})(e)^{\frac{2}{25}}}{25} = 5.41 * 10^{15}$$

2 - nji model: F - test (3484) we garaşsyz görkezijileriň T - testleri bu görkezijileriň bagly görkeziji üçin ähmiýetlidigini görkezýär. $R^2 = 0.99$ bolmagy, modelniň çaklama güýjüniň örän ýokardygyny görkezýär. Ýöne, standard error - yna laýyklykda, modelimiziň çykdaýylary çaklama ýalňyslygy ± 12.3 milýon Manat töweregi boljagyny aňladýar. 1 - nji modele görä, 2 - nji modelimiz has dogra ýakynlygyny AIC testi bilenem tassyklalyň:

$$AIC_2 = \frac{(RSS)(e)^{\frac{2k}{n}}}{n} = \frac{(332 * 10^{13})(e)^{\frac{2}{25}}}{25} = 14.3 * 10^{13}$$

3 - nji model (biziň döreden modelimizi!): F - testi 4 modelniň arasynda iň ulusy! Garaşsyz görkezijileriň T - testleri bu görkezijileriň bagly görkeziji üçin ähmiýetlidigini görkezýär. $R^2 = 1$ bolmagy, modelniň çaklama güýjüniň örän ýokardygyny görkezýär. Modelimiziň çykdaýylary çaklama ýalňyslygy 4 modelniň arasynda iň kiçisi. 3 - nji modelimiz “iň dogry” modeldigini AIC testi bilenem tassyklalyň:

$$AIC_3 = \frac{(RSS)(e)^{\frac{2k}{n}}}{n} = \frac{(175 * 10^{-12})(e)^{\frac{2}{25}}}{25} = 7.5 * 10^{-12}$$

4 - nji modelimiziň AIC testi netijesi:

$$AIC_4 = \frac{(RSS)(e)^{\frac{2k}{n}}}{n} = \frac{(323 * 10^{-12})(e)^{\frac{2}{25}}}{25} = 14 * 10^{-12}$$

Şunlykda, 3 - nji model iň dogry model sebäbi AIC iň kiçi bolany! Ýagny:

$$AIC_1 > AIC_2 > AIC_4 > AIC_3$$

Ýokardaky jemi çykdaýy funksiýasynyň kwadratik ýa - da kubik funksiýadygyny nireden bilip bolýar? Muny diňe ykdysadyýet ylmynda okan we öwrenen ylmyňdan bilip bolýar. Ýagny, gynansakda, hiç bir ekonometriki programma siziň modeliniňiziň matematiki şeklini (functional form) görkezip ýa - da tapyp bilenok! Modeliniňiziň şekli ekponensialmy, ýa - da kubik mi, ýa - da logaritmikmi ýa - da ýene - de başga görnüşlerdemi muny size hiç bir programma aýdyp bilenok. Ykdysadçynyň özi muny tejribesine görä anyklamaly bolýar. Ekonometriki programmalar size diňe berilen maglumata we görkezen funksiýonal forma laýyklykda regressiýaňyzy amala aşyryp berýär we kafisentleri tapyp berýär. Şonuň üçinem, ekonometrikany öwrenmek üçin, ilki başda ykdysady we maliýe ylmlarynyň esaslaryny bilmek, birnäçe ylmy işler bilen tanyş bolmak hökmanydyr! Programmalar bize diňe hasaplamany aňsatlaşdyryp berýärler, ýöne ýene - de iň agyr işi (mysal üçin modeliniňiziň matematika şeklini) adamyň özi tapmaly bolýar!

Derwüş Yhlas aýdar: mal, mülk, şöhrat – ýalandyr!
 Birniçe bendeler muña ruhun satandyr!
 Mallar – tozup; mülkler - bozuk; şöhrat – söniüp gidendir!
 Ýalançyda myhmanlygyňy unutmagyn, talybym!

Pula çokunýanlaryň soňy - weýrandyr!
 Aňsady – kyn edenleriň soňy – jähenneme seýrandyr!
 Dumly – duşy ejre bogýan - zalym duşmandyr!
 Pygamber näletin aldy bular, talybym!

Ylym almak, dogry söz, adalat – hakdyr!
 Haka böwet bolmak, garşy durmak – nähakdyr!
 Gysga ýol gözleme – elhenç duzakdyr!
 Bu dünýä bir synag ýeri, talybym!

Amalsyz din – goşgy, ylymsyz din – çirkindir!
 İşlemeýän kanun – ýurdyň ýykylmagyna ilkindir!
 Müň altynlyk kaşaň metjit deň bolmaz köneje mekdebe,
 Akmak ymam baş bolsa şol metjide, talybym!

Haramhor gapyşdyr ýagty jahany!
 Müň muşakgat döretmekden keýp alar!
 Ylym bilmez, duýgularyň guludyr!
 Akyl – dostuň, duýgy – duşmanyňdyr, talybym!

Ylmyň kowulan ýerinden – bereket gider!
 Bereketiň ýok ýerinde – adalat ýiter!
 Adalatsyz ilde – alym ýesir, zulum soltandyr!
 Zalymyň ataşdan ýeri taýýardyr, talybym!

Garyp Yhlas aýdar – elimden gälýän az!
 Bir çemçe ylmym bar, olam bulanyk biraz!
 “Şol bolşuna kitap ýazyp akyl satýar” diýerler,
 Düşünýäne – saz, düşünmeýän - gury owazdyr, talybym!

10 - NJY BÖLÜM.PANEL DATA

Islendik bir maglumatyň ýyllar boýy ýygnaýmagy netijesinde - time series maglumaty emele gelýär. Mysal üçin bir kärhananyň girdejileri we çykdaýlary maglumatynyň 10 ýyl boýunça ýygnaýmagy - time series maglumaty diýilýär. Belli bir döwürde, birnäçe gurama ýa - da kärhana, işe degişli maglumatlaryň ýygnyndysyna - cross sectional maglumaty diýilýär. Mysal üçin bir pudakda işleýän onlarça kärhananyň 2025 - nji ýylyň birinji çärýegi ýagdaýyna jemi girdejisi we çykdaýysy maglumatlar ýygnyndysyna - cross sectional maglumaty diýilýär. Birnäçe kärhana (işe, gurama we ş.m.) degişli maglumatlaryp ençeme ýyllap ýygnaýmagy - panel data (panel maglumaty) emele getirýär. Mysal üçin bir pudakda işleýän birnäçe kärhananyň 10 çärýeginiň dowamynda ýygnaýan jemi girdejileri we çykdaýlary barada maglumat. Panel data, her bir ykdysadçy üçin “elýetmez” baýlykdyr we maglumat görnüşleriniň arasynda iň “işlenmegi” söýülýän maglumatlar ýygnyndysyna girýär. Sebäbi maglumatyň bollugy, dürli - dürli kärhanalara degişli bolmagy, we maglumat mukdarynyň bol bolmagy, seljeriş üçin iň ähmiýetli ýagdaýlaryň döremegine getirýär. Mysal üçin bir pudakda işleýän 10 kärhananyň çykdaýy we girdejileri baradaky maglumat 10 ýyllap ýygnaýan bolsun. Bu jemi maglumat sanynyň 100 bolmagyna getirer! Eger - de ýekeje kärhananyň maglumaty bolsady elimizde, bu ekonometriki seljeriş üçin örän az bolar (n = 10), hat - da regressiýa netijenasynyň dogrulygyna şübhe döretmegi hem ýalňyş bolmazdy. Panel data - ny regressiýada ulanmagyň iň azyndan 4 görnüşü bardyr: Pooled model; Least Squares Dummy Variable (LSDV) model; Fixed effect within group model; Random Effects model (REM). Men bu kitapda Pooled model we LSDV ulanyp görkezmekçi sebäbi galan modelleriň regressiýasy EXCEL - de etmek “mümkün däl” derejesinde çylşyrymly. Esasan hem REM üçin ekonometrika programmalarynda (software) aýratyn regressiýa funksiýasynyň bolmagy, muny elde etmegiň mümkin dældigini ýene bir sapar subut edýär.

EXERCISE 16.14⁷¹: Aşakda (Şekil - 1) 1980 - 2006 ýyllar aralygynda ABS, Kanada we Angliýadaky senagat pudagynda ortaça sagatlaýyn aýlyk derejeleri (Y) (Indeks 1992 = 100, ýagny Y/100) we her bir döwletde degişli ýyldaky işsizlik derejesi (X) berilen. Şu aşakdaky modeliň regressiýasy teklip edilýär:

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 X_{it} + u_{it}$$

⁷¹ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 615, Exercise 16.14

Şekil - 1

TABLE 16.16	Year	COMP_U.S.	UN_U.S.	COMP_CAN	UN_CAN	COMP_U.K.	UN_U.K.
Unemployment Rate and Hourly Compensation in Manufacturing, in the United States, Canada, and the United Kingdom, 1980–2006.	1980	55.9	7.1	49.0	7.3	47.1	6.9
	1981	61.6	7.6	53.8	7.3	47.5	9.7
	1982	67.2	9.7	60.1	10.7	45.1	10.8
	1983	69.3	9.6	64.3	11.6	41.9	11.5
	1984	71.6	7.5	65.0	10.9	39.8	11.8
	1985	75.3	7.2	65.0	10.2	42.3	11.4
	1986	78.8	7.0	64.9	9.3	52.0	11.4
	1987	81.3	6.2	69.6	8.4	64.5	10.5
Source: <i>Economic Report of the President</i> , January 2008, Table B-109.	1988	84.1	5.5	78.5	7.4	74.8	8.6
	1989	86.6	5.3	85.5	7.1	73.5	7.3
			5.6				
	1990	90.5		92.4	7.7	89.6	7.1
	1991	95.6	6.8	100.7	9.8	99.9	8.9
	1992	100.0	7.5	100.0	10.6	100.0	10.0
	1993	102.0	6.9	94.8	10.8	88.8	10.4
			6.1				
	1994	105.3		92.1	9.6	92.8	8.7
	1995	107.3	5.6	93.9	8.6	97.3	8.7
	1996	109.3	5.4	95.9	8.8	96.0	8.1
	1997	112.2	4.9	96.7	8.4	104.1	7.0
	1998	118.7	4.5	94.9	7.7	113.8	6.3
	1999	123.4	4.2	96.8	7.0	117.5	6.0
	2000	134.7	4.0	100.0	6.1	114.8	5.5
	2001	137.8	4.7	98.9	6.5	114.7	5.1
	2002	147.8	5.8	101.0	7.0	126.8	5.2
	2003	158.2	6.0	116.7	6.9	145.2	5.0
	2004	161.5	5.5	127.1	6.4	171.4	4.8
	2005	168.3	5.1	141.8	6.0	177.4	4.8
	2006	172.4	4.6	155.5	5.5	192.3	5.5

- a) Aýlyklaryň ýokarlanmagy (derejäniň ýokarlanmagy) adamlaryň işe bolan höwesini artdyrmaly, we şunlukda işsizlik derejesiniň düşmegine getirmeli!
- b) Regressiýa netijenamalary aşakda (Şekil - 2 ABŞ, Şekil - 3 Angliýa, Şekil - 4 Kanada) görkezilen:

Şekil - 2 (ABŞ)

SUMMARY OUTPUT							
<i>Regression Statistics</i>							
Multiple R	0.664451742						
R Square	0.441496118						
Adjusted R Square	0.419155963						
Standard Error	25.99635358						
Observations	27						
<i>ANOVA</i>							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>		
Regression	1	13355.66668	13355.66668	19.76244624	0.000156851		
Residual	25	16895.25998	675.8103993				
Total	26	30250.92667					
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i> <i>Upper 95.0%</i>
Intercept	202.1486586	22.08012125	9.155233175	1.84546E-09	156.6737976	247.6235196	156.6738 247.6235196
UN_U.S.	-15.55945619	3.500048509	-4.4454973	0.000156851	-22.767941	-8.35097135	-22.767941 -8.350971353

Şekil - 3 (Angliya)

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.815544289							
R Square	0.665112487							
Adjusted R Square	0.651716986							
Standard Error	25.04043858							
Observations	27							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	31132.93163	31132.93163	49.6519324	2.19099E-07			
Residual	25	15675.58911	627.0235644					
Total	26	46808.52074						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	212.0608562	17.26788357	12.28065127	4.36892E-12	176.4969843	247.6247281	176.49698	247.6247281
UN_U.K.	-14.53798671	2.063175585	-7.04641273	2.19099E-07	-18.7871764	-10.2887971	-18.787176	-10.28879706

Şekil - 4 (Kanada)

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.539239004							
R Square	0.290778703							
Adjusted R Square	0.262409851							
Standard Error	21.79696162							
Observations	27							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	4869.81827	4869.81827	10.24992849	0.003701871			
Residual	25	11877.6884	475.1075359					
Total	26	16747.50667						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	155.9507334	20.74020878	7.519246074	7.13598E-08	113.2354738	198.665993	113.23547	198.665993
UN_CAN	-7.852279974	2.452648761	-3.20155095	0.003701871	-12.9036047	-2.80095529	-12.903605	-2.800955295

- c) Yökdaky netijenamalarda görşüňiz ýaly, işsizlik bilen aýlyklaryň arasynda oňaysyz gatnaşyk bar (ters gatnaşyk)! Aşakda (Şekil - 5) pooled model regressiýa netijenamasy görkezilen. Pooled model regressiýalarda, ähli maglumatlar bir regressiýada görkezileýär. Biziň elimizde her bir döwlete deňişli 27 maglumat bar, biz munyň ählisini bir regressiýada jemleýäris, ýagny 81 maglumatly regressiýa emele gelýär.

Şekil - 5

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.701091763							
R Square	0.491529661							
Adjusted R Square	0.485093327							
Standard Error	25.02818498							
Observations	81							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	47837.65794	47837.65794	76.36796131	3.14837E-13			
Residual	79	49486.39342	626.4100432					
Total	80	97324.05136						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	184.4410131	10.3233158	17.86645073	1.77947E-29	163.892967	204.9890592	163.89297	204.9890592
UN	-11.60300422	1.327745541	-8.73887643	3.14837E-13	-14.2458156	-8.96019283	-14.245816	-8.960192826

LSDV ýa - da fixed effect model regressiýasy şeýle amala aşyrylýar: görşüňiz ýaly biziň elimizde 3 ýurdyň maglumaty bar. Bu ýurtlaryň ykdysadyýeti bir - birinde ýakyn bolsada, aslynda tapawutly. Bu tapawut, ulumy ýa - da kiçimi muny bilmek üçin her bir döwlet üçin dummy görkeziji getirýäris (jemi 3 dürli görkeziji bolany üçin Angliýa we Kanada üçin 2 dummy getireris). Ýokarda (Şekil - 6) regressiýa netijenamasynda görülişi ýaly 95% ähtimallyk bilen 3 ýurduň arasyndaky aýlyklar bilen işsizlik derejeleriniň arasynda tapawut ýok! Munyň manysy şu: Pooled model regressiýa ulanmagy dowam edibermeli! Aşakda, EXCEL - de munyň nähili edilişi görkezilen:

Şekil - 6 (LSDV regression)

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.717321756							
R Square	0.514550502							
Adjusted R Square	0.495636885							
Standard Error	24.77061306							
Observations	81							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	50078.13946	16692.71315	27.20529377	4.23387E-12			
Residual	77	47245.9119	613.5832715					
Total	80	97324.05136						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	185.5746399	10.24852849	18.10744246	1.77689E-29	165.1672125	205.9820673	165.16721	205.9820673
UN	-12.86205712	1.476508131	-8.71113193	4.32465E-13	-15.8021604	-9.92195382	-15.80216	-9.921953815
Kanada	11.86447022	7.443578608	1.593920189	0.115050771	-2.9575884	26.68652884	-2.9575884	26.68652884
UK	13.01670811	7.297906722	1.783622154	0.078425303	-1.51528073	27.54869695	-1.5152807	27.54869695

	COMPENSATION	UN	Kanada	UK
1	55.9	7.1	0	0
2	61.6	7.6	0	0
3	67.2	9.7	0	0
4	69.3	9.6	0	0
5	71.6	7.5	0	0
6	75.3	7.2	0	0
7	78.8	7	0	0
8	81.3	6.2	0	0
9	84.1	5.5	0	0
10	86.6	5.3	0	0
11	90.5	5.6	0	0
12	95.6	6.8	0	0
13	100	7.5	0	0
14	102	6.9	0	0
15	105.3	6.1	0	0
16	107.3	5.6	0	0
17	109.3	5.4	0	0
18	112.2	4.9	0	0
19	118.7	4.5	0	0
20	123.4	4.2	0	0
21	134.7	4	0	0
22	137.8	4.7	0	0
23	147.8	5.8	0	0
24	158.2	6	0	0
25	161.5	5.5	0	0
26	168.3	5.1	0	0
27	172.4	4.6	0	0
28	49	7.3	1	0
29	53.8	7.3	1	0
30	60.1	10.7	1	0
31	64.3	11.6	1	0
32	65	10.9	1	0
33	65	10.2	1	0
34	64.9	9.3	1	0
35	69.6	8.4	1	0
36	78.5	7.4	1	0
37	85.5	7.1	1	0
38	92.4	7.7	1	0
39	100.7	9.8	1	0
40	100	10.6	1	0
41	94.8	10.8	1	0
42	92.1	9.6	1	0
43	93.9	8.6	1	0
44	95.9	8.8	1	0
45	96.7	8.4	1	0
46	94.9	7.7	1	0
47	96.8	7	1	0
48	100	6.1	1	0
49	98.9	6.5	1	0
50	101	7	1	0
51	116.7	6.9	1	0
52	127.1	6.4	1	0
53	141.8	6	1	0
54	155.5	5.5	1	0
55	47.1	6.9	0	1
56	47.5	9.7	0	1
57	45.1	10.8	0	1
58	41.9	11.5	0	1
59	39.8	11.8	0	1
60	42.3	11.4	0	1
61	52	11.4	0	1
62	64.5	10.5	0	1
63	74.8	8.6	0	1
64	73.5	7.3	0	1
65	89.6	7.1	0	1
66	99.9	8.9	0	1
67	100	10	0	1
68	88.8	10.4	0	1
69	92.8	8.7	0	1
70	97.3	8.7	0	1
71	96	8.1	0	1
72	104.1	7	0	1
73	113.8	6.3	0	1
74	117.5	6	0	1
75	114.8	5.5	0	1
76	114.7	5.1	0	1
77	126.8	5.2	0	1
78	145.2	5	0	1
79	171.4	4.8	0	1
80	177.4	4.8	0	1
81	192.3	5.5	0	1

11 - NJI BÖLÜM.DÖWÜRLI MODELLER (DYNAMIC MODELS)

Ykdysadyýetde bolup geýýän üýtgeşmelere - täsirler (**shocks**) diýilýär. Mysal üçin inflýasiýanyň ýokarlanmagy ýa - da düşmegi, girdejileriň ýokarlanmagy, eksportuň artmagy, importuň artmagy, önümçiligiň düşmegi we ş.m. täsirler ykdysadyýete oňaýly (**positive shock**) ýa - da oňaýsyz (**negative shock**) täsir edip bilýär. Ýöne, bu täsirler ykdysady görkezijileri dessine üýtgetmeýär we üýtgeşmeler ýuwaş - ýuwaş özüni görkezip başlaýarlar. Muňa - da ekonometrikada "**time lag**" (doly täsiriniň soňrak belli bolmagy, yza galmak) diýilýär. Mysal üçin diýeli ykdysadçynyň aýlygy 10 müň Manat bolsun, we munyň 70% - ni, ýagny her aýda 7 müň Manadyny gerekli harajatlary üçin sowulýan bolsun. Diýeli ykdysadçynyň aýlygy 15 müň Manada galdyrylsyn (ýagny 50%), ykdysadçy dessine harajatlaryny hem 50% - e ýokarlanmagyna garaşmaly däl (ýagny harajatlary 10,5 müň Manada). Harajatlary ýokarlanar, ýöne bu dessine bolmaýar! Mysal üçin inflýasiýanyň ýokarlanmagy puluň hümmetsizlenmegini aňladýar, ýöne inflýasiýa çak edilenden 2% - 3% ýokarlandy diýip adamlar dessine pullaryndan "dynmaga" (başga pul birligine çalyşmaga, ýa - da altyn kümüş almaga we şuna meňzeş) ylgamaýarlar. Dogry, inflýasiýanyň çak edilenden ýokary bolmagy puldan "dynmaga" iterer, ýöne bu dessine bolmaýar, belli bir wagtyň dowamynda amala aşar. Gysgaça aýdanymyzda, täsirleriň gysga möhletleýin netijesi (**short term effect**) bolýar we uzak möhletleýin netijesi (**long term effect**) bolýar. Ýokardaky ykdysadçy harajatlaryny indiki aý belki 1 müň Manada artdyrar, soňky aý 1,200 Manada, we belki - de bir ýyldan soň her aýdaky jemi harajaty 10 müň Manat töweregi bolar we ortaça her aň şol 10 müň Manatda hem galar (**equilibrium state - täsiriň doly özleşdirilmegi**). Aýlygyň 50% ýokarlanmagy täsiri, doly ykdysadçy tarapyndan "özleşdirilýänçä" (ýagny her aýda 10 müň Manat töwereginde bolmagy) diýmek 1 ýyldan gowrak wagt gerek boldy, ynha muňa - täsiriň uzak möhletleýin netijesi (**long term effect of shock - equilibrium state**) diýilýär. Ykdysadçynyň indiki aý harajatlarynyň 1 müň Manada ýokarlanmagyna bolsa - täsiriň gysga möhletleýin netijesi (**short term effect of shock**) diýilýär. Islendik üýtgeşmeleriň/täsirleriň dolulygyna özleşdirilmesi üçin wagt gereklidir! Şonuň üçinem, täsirleriň gysga we uzak möhletleýin netijeleri bolýar. Döwürli modelleriň esasy maksady - täsirleriň gysga we uzak möhletleýin netijesini tapmakdyr! Döwürli modeller diýip - garaşsyz ýa - da garaşly görkezijiniň geçen döwürleriniň hem modele "oturdylmagyna" aýdylýar. Ýagny:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \beta_3 X_{t-1} + \beta_3 X_{t-2} + u_t \quad (1)$$

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \beta_3 Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Eger - de ekonometrik modelde diñe garaşsyz görkezijiniň geçen döwürleri bar bolsa muña - *distributed - lag model* diýilýär (ýokarda 1 - nji model). Eger - de modele bagly/garaşly görkezijiniň hem geçen döwürleri bar bolsa, bu modellere - *autoregressive model* diýilýär (ýokarda 2 - nji model).

Döwürli modeller bilen işleşilende esasy kynçylyk döredýän zat - näçe döwür yza gaýtmany? - soragydyr (How many lags must be included in the model?). Döwürli modeller bilen işleşilende esasan 4 usul bardyr: *Ad hoc estimation (AHE); Koyck Approach (KA); Adaptive Expectations model (AE); Partial Adjustment model (PAM)*. Men bu kitapda esasan hem (AHE), (KA) we (PAM) ulanmakçy, sebäbi bular iň ýörgünli usullardyr!

EXERCISE 17.22⁷²: Aşakda (Şekil - 1) 1970 - 1991 ýyllar aralygyndaky ABŞ - daky kärhanalaryň uzak möhletli aktiwlere (enjamlar, binalar, zawodlar, we ş.m.) maýa goýumynyň (Y) we jemi girdejileriniň (X) maglumaty berilen (milýard USD). Şu aşakdaky modeli ulanyp, kärhanalaryň girdejileriniň artmagynyň maýa goýuma gysga we uzak möhletli täsirleriniň netijelerini 3 usuly ulanmak arkaly (AHE, KA we PAM) tapalýň:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t$$

Şekil - 1

TABLE 17.10						
Investment in Fixed Plant and Equipment in Manufacturing Y and Manufacturing Sales X_2 in Billions of Dollars, Seasonally Adjusted, United States, 1970–1991	Year	Plant Expenditure, Y	Sales, X_2	Year	Plant Expenditure, Y	Sales, X_2
	1970	36.99	52.805	1981	128.68	168.129
	1971	33.60	55.906	1982	123.97	163.351
	1972	35.42	63.027	1983	117.35	172.547
	1973	42.35	72.931	1984	139.61	190.682
	1974	52.48	84.790	1985	152.88	194.538
	1975	53.66	86.589	1986	137.95	194.657
	1976	58.53	98.797	1987	141.06	206.326
	1977	67.48	113.201	1988	163.45	223.541
	1978	78.13	126.905	1989	183.80	232.724
	1979	95.13	143.936	1990	192.61	239.459
	1980	112.60	154.391	1991	182.81	235.142
	Source: <i>Economic Report of the President</i> , 1993. Data on Y from Table B-52, p. 407; data on X_2 from Table 8-53, p. 408.					

a) AHE usuly: AHE usulyny ulanmazdan öň, ilki başda gönümel modeli regres edip netijenamany göreliň (Şekil - 2);

⁷² Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 664, Exercise 17.22

Şekil - 2

SUMMARY OUTPUT									
Regression Statistics									
Multiple R	0.990888763								
R Square	0.98186054								
Adjusted R Square	0.980953567								
Standard Error	7.291200716								
Observations	22								
ANOVA									
	df	SS	MS	F	Significance F				
Regression	1	57551.09015	57551.09015	1082.568651	6.85257E-19				
Residual	20	1063.232158	53.16160789						
Total	21	58614.32231							
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%	
Intercept	-18.8019922	4.097403348	-4.588757962	0.000177936	-27.3490259	-10.254959	-27.34902585	-10.25495862	
X	0.838078921	0.025471657	32.90241103	6.85257E-19	0.784945976	0.89121187	0.784945976	0.891211866	

Ýokardaky (Şekil - 2) regressiýa netijenama laýyklykda kärhanalaryň girdejileriniň 1 milýard USD artmagy, maýa goýumynyň takmynan 0.83 milýard USD artmagyna getirýär. Galan görkezijiler modeliniň dogra örän ýakyndygyny görkezýär (F - test, T - test, R^2 örän ýokary, Standard Error kiçi). Ýöne, girdejiniň artmagy, dessine şol girdejiniň 83% maýa goýumyna geçirilmegine getirýärmä, ýa - da bu wagt alýarmy?

AHE usuly: Bu usula laýyklykda, garaşsyz görkezijiniň geçen döwürlerini modele goşýarys. Haçanda haçan, goşulan geçen döwüriň T - testi netijesi bu görkezijiniň ähmiýetsizdigini ýşarat etse, şol ýerde hem döwürde hem modeli saklaýarys, ýagny:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \beta_3 X_{t-1} + u_t$$

Eger - de 2 garaşsyz görkezijem ähmiýetli bolsa, onda ýene bir döwüri regressiýa goşýarys, ýagny:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \beta_3 X_{t-1} + \beta_4 X_{t-2} + u_t$$

Eger - de 3 garaşsyz görkezijem ähmiýetli bolsa, onda ýene bir döwüri regressiýa goşýarys, ýagny:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \beta_3 X_{t-1} + \beta_4 X_{t-2} + \beta_5 X_{t-3} \dots + u_t$$

Soňky goşulan döwüriň ähmiýetsiz bolýança ýa - da belgisini üýtgedýänçä (mysal üçin oňaýly bolmaly bolsa birdenkä oňaysyz belgi alyp başlasa) muny dowam etdirýäris.

Ýokardaky modelimize bir döwri goşalyň we regressiýa netijenamasyny alalyň (Şekil - 3): görşüňiz ýaly, iki döwür hem 90% ähtimallyk bilen ähmiýetli görkeziji. Üçünji döwri hem goşalyň (Şekil - 4): görşüňiz ýaly, ikinji döwrüň T - test netijesiniň onuň ähmiýetlidigini tassyklaýanlygyna garamazdan, belgisi üýtgedi (-), munyň manysy şu - diňe 2 döwri modele “oturdyp bileris” . Ýagny dogry model şu aşakdaky:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \beta_3 X_{t-1} + u_t$$

$$Y_t = -17.3 + 0.39X_t + 0.45X_{t-1} + u_t$$

Şekil - 3

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.993241436							
R Square	0.98652855							
Adjusted R Square	0.985031722							
Standard Error	6.33569211							
Observations	21							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	52912.21537	26456.10768	659.0795271	1.46127E-17			
Residual	18	722.5379013	40.14099451					
Total	20	53634.75327						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-17.3894772	4.391683714	-3.959637893	0.000918835	-26.6160624	-8.1628921	-26.61606236	-8.16289214
X	0.395597045	0.216274261	1.829145286	0.083994762	-0.05877832	0.84997241	-0.058778317	0.849972406
X (t - 1)	0.455472253	0.213547811	2.132881868	0.046956624	0.006824951	0.90411956	0.006824951	0.904119555

Şekil - 4

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.994691828							
R Square	0.989411832							
Adjusted R Square	0.987426551							
Standard Error	5.614294264							
Observations	20							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	47126.65417	15708.88472	498.3735778	5.24881E-16			
Residual	16	504.3248013	31.52030008					
Total	19	47630.97898						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-23.0816701	4.65431323	-4.959199975	0.000142106	-32.9483733	-13.214967	-32.94837333	-13.21496677
X	0.416882256	0.199538523	2.08923194	0.05301888	-0.00612052	0.83988503	-0.006120517	0.839885028
X (t - 1)	0.956622916	0.295978353	3.232070543	0.005214022	0.329176837	1.58406899	0.329176837	1.584068994
X (t - 2)	-0.5196885	0.212639168	-2.443992354	0.026489231	-0.9704634	-0.0689136	-0.970463401	-0.068913602

- b) **KA usuly:** Bu usul ulanmak arkaly *distributed - lag* modeli, autoregressive modeline öwrülýär we şunlukda multicollinearity meselesinden “dynylýar” we maglumat ýitirilenok! L.M.Koyck, geçen döwürleriň kafisenti geometriki ýagdaýda azalýandygyny öňe sürüpdür we şeýle formula bilen görkezmek mümkindigini öňe sürüpdür:

$$\beta_k = \beta_0 \gamma^k$$

$$0 < \gamma < 1$$

Muny ol şu ýerden alýar:

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_0 \gamma X_{t-1} + \beta_0 \gamma^2 X_{t-2} + \beta_0 \gamma^3 X_{t-3} + \dots u_t \quad (1)$$

Onda:

$$Y_{t-1} = \alpha + \beta_0 X_{t-1} + \beta_0 \gamma X_{t-2} + \beta_0 \gamma^2 X_{t-3} + \beta_0 \gamma^3 X_{t-4} + \dots u_{t-1}$$

Deňlemäni γ bilen köpeltsek:

$$\gamma Y_{t-1} = \gamma \alpha + \beta_0 \gamma X_{t-1} + \beta_0 \gamma^2 X_{t-2} + \beta_0 \gamma^3 X_{t-3} + \beta_0 \gamma^4 X_{t-4} + \dots + \gamma u_{t-1} \quad (2)$$

(1) deňlemeden (2) deňlemäni aýyrsak:

$$Y_t - \gamma Y_{t-1} = \alpha - \gamma \alpha + \beta_0 X_t + u_t - \gamma u_{t-1}^{73}$$

Dowam etdirsek, Koyck modeliniň birinji regressiýasyny alarys, ýagny:

$$Y_t = \alpha(1 - \gamma) + \beta_0 X_t + \gamma Y_{t-1} + u_t - \gamma u_{t-1}$$

$$\text{Täsiriň gysga möhletleýin netijesi} = \beta_0$$

Täsiriň uzak möhletleýin netijesini tapmak üçin:

$$\sum_{k=0}^{\infty} \beta_k = \beta_0 (1 + \gamma + \gamma^2 + \gamma^3 + \gamma^4 + \dots) = \beta_0 \left(\frac{1}{1 - \gamma} \right)$$

Täsiriň doly özleşdiriljek wagty tapmak üçin:

⁷³ Koyck transformation

$$\text{Koyck model mean lag} = \frac{\gamma}{1 - \gamma}$$

Döwürli modelleri ulanmak arkaly täsiriň uzak möhletleýin we gysga möhletleýin netijelerini tapmak üçin ilki bilen Koyck modelini ulanmak üçin Koyck transformasiýa regressiýasyny amala aşyralyň (Şekil - 5), ýagny:

$$Y_t = \alpha(1 - \gamma) + \beta_0 X_t + \gamma Y_{t-1} + u_t - \gamma u_{t-1}$$

Şekil - 5

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.993541895							
R Square	0.987125496							
Adjusted R Square	0.985694996							
Standard Error	6.193728173							
Observations	21							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	2	52944.2324	26472.1162	690.0560662	9.71795E-18			
Residual	18	690.520836	38.3622687					
Total	20	53634.7533						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-15.1040327	4.72945037	-3.1936127	0.005032651	-25.0402392	-5.16782618	-25.0402392	-5.16782618
X	0.629273439	0.09781912	6.43303079	4.70008E-06	0.423763085	0.834783794	0.423763085	0.834783794
Y (t-1)	0.271676087	0.11485833	2.36531454	0.029445722	0.030367682	0.512984492	0.030367682	0.512984492

$$Y_t = -15.1 + 0.629X_t + 0.27Y_{t-1}$$

Bu ýerde:

$$\beta_0 = 0.629 \quad \text{we} \quad \gamma = 0.27$$

Kärhananyň girdejileriniň 1 milýard USD artmagy, gysga wagtda maýa goýumyny 0.629 milýard USD artmagyna getirer. Girdejileriň artmagynyň uzak möhletlerýin täsirini bilmek üçin:

$$\sum_{k=0}^{\infty} \beta_k = \beta_0 \left(\frac{1}{1 - \gamma} \right) = 0.629 \left(\frac{1}{1 - 0.27} \right) = 0.864$$

Girdejileriň artmagy, uzak möhletde şol girdejileriň takmynan 86% maýa goýumyna öwürlmegine getirer! Girdejä bolan täsiriň kärhanalar tarapyndan doly özleşdirme wagtyňy (döwür sany) tapmak üçin:

$$\text{Koyck model mean lag} = \frac{\gamma}{1 - \gamma} = \frac{0.27}{1 - 0.27} = 0.37$$

Koyck modeline laýyklykda, girdejiilere täsiriň maýa goýumy hökmünde doly özleşdirilýänçä takmynan $0.37 \cdot 12 = 4.47$ takmynan 5 aý gerek bolar (1 ýyldan az). Koyck transformasiýa modelini uzak möhletleýin täsiri görkezýän modele öwürmek üçin:

$$Y_t = \alpha(1 - \gamma) + \beta_0 X_t + \gamma Y_{t-1} + u_t - \gamma u_{t-1}$$

$$Y_t = \alpha(1 - 0.27) + 0.864 X_t$$

$$\alpha(1 - 0.27) = -15.1$$

$$\alpha = -20.7$$

Onda, täsiriň uzak wagtlaýyn netije modeli şu aşakdaky bolar:

$$Y_t = -20.7 + 0.864 X_t$$

Aşaşkda (Şekil - 6) Koyck transformasiýa regressiýasyny amala aşyrmak üçin EXCEL - de gerekli maglumat amaly görkezilen:

Şekil - 6

R	S	T	U	V	W
Y	X		Y	X	Y (t-1)
36.99	52.805		33.6	55.906	36.99
33.6	55.906		35.42	63.027	33.6
35.42	63.027		42.35	72.931	35.42
42.35	72.931		52.48	84.79	42.35
52.48	84.79		53.66	86.589	52.48
53.66	86.589		58.53	98.797	53.66
58.53	98.797		67.48	113.201	58.53
67.48	113.201		78.13	126.905	67.48
78.13	126.905		95.13	143.936	78.13
95.13	143.936		112.6	154.391	95.13
112.6	154.391		128.68	168.129	112.6
128.68	168.129		123.97	163.351	128.68
123.97	163.351		117.35	172.547	123.97
117.35	172.547		139.61	190.682	117.35
139.61	190.682		152.88	194.538	139.61
152.88	194.538		137.95	194.657	152.88
137.95	194.657		141.06	206.326	137.95
141.06	206.326		163.45	223.541	141.06
163.45	223.541		183.8	232.724	163.45
183.8	232.724		192.61	239.459	183.8
192.61	239.459		182.81	235.142	192.61
182.81	235.142				

c) PAM usuly: Ýokarda - da agzalyşy ýaly, döwürli modelleriň maksady täsirleriň gysga we uzak möhletleýin netijelerini bilmek we öwrenmektir! PAM modelinde - de ilkinji regressiýa KA modeline meňzeýär, ýagny:

$$Y_t = \beta_0\delta + \beta_1\delta X_t + (1 - \delta)Y_{t-1} + \delta u_t$$

Ýokarda (Şekil - 5) regressiýany edýäňiz we netijenamany alýaňyz, ýagny:

$$Y_t = -15.1 + 0.629X_t + 0.27Y_{t-1}$$

Ýokardaky modele PAM gysga möhletli netije modeli diýilýär. Ýene - de (KA modelindäki ýaly) garaşsyz görkezijiniň kafisenti (0.629) gysga möhletde boljak täsiriň netijesini aňladýar. PAM usuly boýunça täsiriň uzak möhletleýin netijesini görmek üçin:

$$(1 - \delta) = 0.27 \rightarrow \delta = 0.728$$

$$\beta_0\delta = -15.1 \rightarrow \beta_0 = -20.7$$

$$\beta_1\delta = 0.629 \rightarrow \beta_1 = 0.864$$

$$Y_t = -20.7 + 0.864X_t$$

KA, PAM we AE modellerinde täsiriň gysga möhletleýin netijesi we uzak möhletleýin netijese regressiýa netijenamasy (modelleri) deňdir! Ýöne, bu modelleriň fundamental esaslary başgadyr! Bu modelleriň gelip çykyşynyň matematiki subutnamalary bu kitapda görkezilmedi (sebäbi kitabyň maksady amaly ekenometrika!), matematiki subutnamasy bilen gyzyklanýanlar üçin degişli ylmy işlere seretmegi maslahat berýäris!

EXAMPLE 17.11⁷⁴: Aşakda (Şekil - 7) 1979 - 1988 aralygynda Kanadanyň pula talaby (M_1), karz göterimi (R), hakyky jemi içerki önümçilik (Y), baha deflýatory (P, 1981 = 100) çärýekleýin berilen we şu aşakdaky model teklipl edilýär:

$$M_t^* = \beta_0 R_t^{\beta_1} Y_t^{\beta_2} e^{u_t}$$

Jemi içerki önüme boljak täsiriň puluň talabyny gysga we uzak möhletleýin nähili täsir etjekdigini öwrenmek üçin muny AHE, KA we PAM modelleri bilen seljeriş edeliň:

⁷⁴ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 640, Table 17.5

Şekil - 7

TABLE 17.5
Money, Interest Rate,
Price Index, and
GDP, Canada

Source: Rao, op. cit.,
pp. 210-213.

Observation	M1	R	P	GDP
1979-1	22,175.00	11.13333	0.77947	334,800
1979-2	22,841.00	11.16667	0.80861	336,708
1979-3	23,461.00	11.80000	0.82649	340,096
1979-4	23,427.00	14.18333	0.84863	341,844
1980-1	23,811.00	14.38333	0.86693	342,776
1980-2	23,612.33	12.98333	0.88950	342,264
1980-3	24,543.00	10.71667	0.91553	340,716
1980-4	25,638.66	14.53333	0.93743	347,780
1981-1	25,316.00	17.13333	0.96523	354,836
1981-2	25,501.33	18.56667	0.98774	359,352
1981-3	25,382.33	21.01666	1.01314	356,152
1981-4	24,753.00	16.61665	1.03410	353,636
1982-1	25,094.33	15.35000	1.05743	349,568
1982-2	25,253.66	16.04999	1.07748	345,284
1982-3	24,936.66	14.31667	1.09666	343,028
1982-4	25,553.00	10.88333	1.11641	340,292
1983-1	26,755.33	9.616670	1.12303	346,072
1983-2	27,412.00	9.316670	1.13395	353,860
1983-3	28,403.33	9.333330	1.14721	359,544
1983-4	28,402.33	9.550000	1.16059	362,304
1984-1	28,715.66	10.08333	1.17117	368,280
1984-2	28,996.33	11.45000	1.17406	376,768
1984-3	28,479.33	12.45000	1.17795	381,016
1984-4	28,669.00	10.76667	1.18438	385,396
1985-1	29,018.66	10.51667	1.18990	390,240
1985-2	29,398.66	9.666670	1.20625	391,580
1985-3	30,203.66	9.033330	1.21492	396,384
1985-4	31,059.33	9.016670	1.21805	405,308
1986-1	30,745.33	11.03333	1.22408	405,680
1986-2	30,477.66	8.733330	1.22856	408,116
1986-3	31,563.66	8.466670	1.23916	409,160
1986-4	32,800.66	8.400000	1.25368	409,616
1987-1	33,958.33	7.250000	1.27117	416,484
1987-2	35,795.66	8.300000	1.28429	422,916
1987-3	35,878.66	9.300000	1.29599	429,980
1987-4	36,336.00	8.700000	1.31001	436,264
1988-1	36,480.33	8.616670	1.32325	440,592
1988-2	37,108.66	9.133330	1.33219	446,680
1988-3	38,423.00	10.05000	1.35065	450,328
1988-4	38,480.66	10.83333	1.36648	453,516

Ilki bilen sada OLS regressiýasyny amala aşyrmak üçin modelimizi linear edeliň ýagny, matematiki şeklini logarithma almak arkaly üýtgedeliň, ýagny:

$$\ln M_t^* = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln R_t + \beta_2 \ln Y_t + u_t$$

Aşakda (Şekil - 8) ýokardaky modeliň regressiýa netijenamasy görkezilen:

Şekil - 8

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.976490068							
R Square	0.953532853							
Adjusted R Square	0.951021115							
Standard Error	0.034953296							
Observations	40							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	0.927614752	0.463807376	379.630746	2.1989E-25			
Residual	37	0.045204118	0.001221733					
Total	39	0.972818869						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-8.750094156	0.977186426	-8.954375462	8.5149E-11	-10.730062	-6.7701264	-10.730062	-6.77012638
LnR	-0.066604312	0.02782314	-2.393846003	0.02185648	-0.1229793	-0.0102293	-0.1229793	-0.01022928
lnGDP	1.492702911	0.072838117	20.49343091	8.6275E-22	1.34511887	1.64028695	1.34511887	1.640286954

Yokardaky (Şekil - 8) regressiýa netijenamasyndan hem görünişi ýaly, ähli görkezijiler ähmiýetli (F - test we T - testler netijeleri ýokary we gowy) we umuman alanymyzda Kanadada, pula talaba 95% täsir edýän faktorlar jemi içerki önüm bilen karz göterimleri diýilse ýalňyş bolmaz! Ykdysady nazaryýetiň hem çak edişi ýaly: karz göteirmeleriň artmagy pula talaby azaldar, jemi içerki önümiň artmagy bolsa pula talaby artdyrar! Jemi içerki önümiň 1% artmagy pula talaby takmynan 1.5% artdyrar, ýöne bu uzak möhletdemi, dessinemi ýa - da belli bir wagtdan soňmy? Muny anyklamak üçin AHE, KA we PAM ulanyp jogaplalyň.

AHE usuly: Jemi içerki önümiň geçen döwürlerini bir - birden regressiýa goşmak arkaly dowam edeliň, ýagny (Şekil - 9):

Şekil - 9

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.978510053							
R Square	0.957481923							
Adjusted R Square	0.953837516							
Standard Error	0.033211034							
Observations	39							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	0.869340285	0.289780095	262.726427	4.7231E-24			
Residual	35	0.038604047	0.001102973					
Total	38	0.907944332						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-8.148496904	0.961585068	-8.474026042	5.3458E-10	-10.100618	-6.1963754	-10.100618	-6.19637543
LnR	-0.067997826	0.028154031	-2.41520743	0.02108617	-0.1251535	-0.0108421	-0.1251535	-0.0108421
lnGDP	2.007361381	0.603234107	3.327665593	0.0020685	0.78273104	3.23199172	0.78273104	3.231991724
lnGDP (t-1)	-0.561429611	0.60494798	-0.928062625	0.35973144	-1.7895393	0.66668008	-1.7895393	0.66668008

Ýokardaky (Şekil - 9) regressiýa netijenamada görünişi ýaly jemi içerki önümiň geçen döwüri regressiýa oturdylanda, ähmiýetsiz görkeziji hökmünde göründe we üstesine - de belgisi üýtgedi. Şunlukda, AHE modeline laýyklykda biz diňe jemi içerki önümiň üýtgemeginiň puluň talabyna uzak möhletli talabyň modelini çykaryp bildik, gysga möhletdäki täsiriň netijesini bilip bolanok (şonuň üçinem sada OLS regressiýasyna gaýdyp gelýäris)!

$$\ln M_t^* = -8.75 - 0.066 \ln R_t + 1.49 \ln Y_t$$

KA usuly: ilki bilen Koyck transformasiýasy modeliniň regressiýasynyň netijenamasyny alalyň (Şekil - 10):

$$Y_t = \alpha(1 - \gamma) + \beta_0 X_t + \gamma Y_{t-1} + u_t - \gamma u_{t-1}$$

Şekil - 10

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.994882558							
R Square	0.989791305							
Adjusted R Square	0.988916274							
Standard Error	0.01627349							
Observations	39							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	0.898675406	0.299558469	1131.15001	6.8862E-35			
Residual	35	0.009268927	0.000264826					
Total	38	0.907944332						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0.041908712	0.902654064	0.04642832	0.96323277	-1.7905765	1.87439388	-1.7905765	1.874393883
LnR	-0.05639816	0.013244627	-4.258191736	0.000147	-0.0832862	-0.0295101	-0.0832862	-0.02951014
LnGDP	0.097010434	0.131423107	0.738153554	0.46534206	-0.1697927	0.36381353	-0.1697927	0.363813526
lnM1(t-1)	0.888991496	0.083131137	10.69384504	1.4238E-12	0.72022632	1.05775668	0.72022632	1.057756677

Ýokardaky (Şekil - 10) regressiýa netijenamasynda görnüşi ýaly, jemi içerki önümiň 1% ýokarlanmagy, gysga wagtyň içinde pula talabyň 0.097 (takmynan 0.1%) ýokarlanmagyna getirer (T - testi bu görkezijiniň ähmiýetsiz görkezýändigine garamazdan). Koyck modeline görä, jemi içerki önümiň üýtgemeginiň puluň talabyna uzak möhletleýin täsiriniň netijesini görmek üçin:

$$\sum_{k=0}^{\infty} \beta_k = \beta_0 \left(\frac{1}{1 - \gamma} \right) = 0.097 \left(\frac{1}{1 - 0.888} \right) = 0.87$$

Ýagny, jemi içerki önümiň 1% artmagy, uzagyndan puluň talabynyň 0.87% artmagyna getirer! Gysga möhletde puluň talabynyň 0.097% - den, 0.87% - e çenli ýokarlanmagyň (täsiiri özleşdirmek) takmynan 8 çärýek alar, ýagny:

$$\text{Koyck model mean lag} = \frac{\gamma}{1 - \gamma} = \frac{0.888}{1 - 0.888} = 8$$

PAM usuly: PAM usulynyň gysga möhletdäki täsir netijesiniň modeli KA modeliniňkä meňzeýändigini unutmaň, ýagny regressiýa logikasy üýtgänok (Şekil - 10)

$$Y_t = \beta_0\delta + \beta_1\delta X_t + (1 - \delta)Y_{t-1} + \delta u_t$$

$$\text{Onda } \delta = 0.111$$

PAM modelinden $\delta = \text{coefficient of adjustment}$ (özleşdirme kafisenti) diýilýär. Şuny aňladýar: her döwürde, täsiiriň özleşdirilýän bölegi. Ýagny, jemi içerki önümiň ýokarlanmagy, puluň talabyna her çärýekde takmynan 11% täsirini ýetirmek bilen bile, ähli täsir doly özleşdirilmegi üçin $100\%/11.11\% = \text{takmynan } 9$ çärýek gerek bolar.

Garasşyz görkezijimi ýa - da bagly?

Ekonometrikada haýsy görkezijiniň garaşsyz, haýsysynyň bolsa garaşly/bagly görkeziji hökmünde regressiýa goşulmalydygy sorag astynda bolan ýagdaýynda muny anyklamak üçin Granger test ulanylýar. Muny mysal üsti bilen göreliň:

EXERCISE 17.29⁷⁵: Aşakda (Şekil - 11) 1960 - 1999 ýyllar aralygynda ABŞ - da kärhanalaryň maglumatlar tehnologiýasyna maýa goýumynyň (investment, Y , milýard USD), jemi girdejileriniň (sales, X_2 , milýon USD) we iň iri kärhanalarynyň borçnama kagyzlarynyň girdeji göterimi (interest, X_3 , göterimde) berilen.

⁷⁵ Basic Econometrics, Damodar N.Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 666, EXERCISE 17.29

Şekil - 11

TABLE 17.11 Investments, Sales, and Interest Rate, United States, 1960–1999

Observation	Investment	Sales	Interest	Observation	Investment	Sales	Interest
1960	4.9	60,827	4.41	1980	69.6	327,233	11.94
1961	5.2	61,159	4.35	1981	82.4	355,822	14.17
1962	5.7	65,662	4.33	1982	88.9	347,625	13.79
1963	6.5	68,995	4.26	1983	100.8	369,286	12.04
1964	7.3	73,682	4.40	1984	121.7	410,124	12.71
1965	8.5	80,283	4.49	1985	130.8	422,583	11.37
1966	10.6	87,187	5.13	1986	137.6	430,419	9.02
1967	11.2	90,820	5.51	1987	141.9	457,735	9.38
1968	11.9	96,685	6.18	1988	155.9	497,157	9.71
1969	14.6	105,690	7.03	1989	173.0	527,039	9.26
1970	16.7	108,221	8.04	1990	176.1	545,909	9.32
1971	17.3	116,895	7.39	1991	181.4	542,815	8.77
1972	19.3	131,081	7.21	1992	197.5	567,176	8.14
1973	23.0	153,677	7.44	1993	215.0	595,628	7.22
1974	26.8	177,912	8.57	1994	233.7	639,163	7.96
1975	28.2	182,198	8.83	1995	262.0	684,982	7.59
1976	32.4	204,150	8.43	1996	287.3	718,113	7.37
1977	38.6	229,513	8.02	1997	325.2	753,445	7.26
1978	48.3	260,320	8.73	1998	367.4	779,413	6.53
1979	58.6	297,701	9.63	1999	433.0	833,079	7.04

a) Y we X_2 görkeziji arasynda haýsysynyň garaşsyz haýsysynyň bolsa bagly görkezijidigini Granger test ulanmak arkaly tapalyň. Munyň üçin ilki bilen:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 Y_{t-1} + \beta_3 Y_{t-2} + \beta_4 Y_{t-3} + u_t$$

Görkezijini özüniň geçen döwürlerine (islän döwür sanyny saýlap bilersiňiz, men 3 döwri saýladym) regressiýasyny edýärsiňiz we RSS_R hasabatyny tapýarsyňyz, ýagny RSS_R (restricted regression residual sums) = 1161:

Şekil - 12

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.998735683							
R Square	0.997472965							
Adjusted R Square	0.997243234							
Standard Error	5.931549897							
Observations	37							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	3	458289.739	152763.246	4341.926849	6.5079E-43			
Residual	33	1161.04838	35.1832842					
Total	36	459450.787						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-1.045095761	1.41442557	-0.73888353	0.465200999	-3.92276623	1.832574707	-3.92276623	1.832574707
Investment (t-1)	1.758961762	0.21187283	8.30196927	1.37277E-09	1.32790324	2.190020285	1.32790324	2.190020285
Investment (t-2)	-0.591553298	0.39021849	-1.51595406	0.139052418	-1.38545878	0.202352181	-1.38545878	0.202352181
Investment (t-3)	-0.123789633	0.24597072	-0.50326979	0.618117471	-0.62422082	0.376641558	-0.62422082	0.376641558

Indiki ädim bolsa X_2 görkezijiniň 3 döwrüni hem regressiýa goşýarsyňyz (birinji regressiýada näçe döwür saýlan bolsaňyz 2 - de şonça döwür bolmaly) we RSS_{UR} (unrestricted regression residual sums) tapýarsyňyz, $RSS_{UR}=929$, ýagny (Şekil - 13):

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 Y_{t-1} + \beta_3 Y_{t-2} + \beta_4 Y_{t-3} + \beta_5 X_{t-1} + \beta_6 X_{t-2} + \beta_7 X_{t-3} + u_t$$

Şekil - 13

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.998987798							
R Square	0.997976621							
Adjusted R Square	0.997571945							
Standard Error	5.566695775							
Observations	37							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	6	458521.144	76420.1907	2466.113963	5.285E-39			
Residual	30	929.643056	30.9881019					
Total	36	459450.787						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	3.634515587	2.7888392	1.30323598	0.202408216	-2.06105391	9.330085079	-2.06105391	9.330085079
Investment (t-1)	1.783761208	0.25258436	7.06204144	7.5E-08	1.26791513	2.299607287	1.26791513	2.299607287
Investment (t-2)	-0.317352987	0.48412271	-0.6555218	0.517127694	-1.30606346	0.671357486	-1.30606346	0.671357486
Investment (t-3)	-0.365629696	0.31144063	-1.17399484	0.24963301	-1.00167632	0.270416932	-1.00167632	0.270416932
Girdeji (t-1)	-4.8063E-05	0.00010457	-0.45962712	0.64909747	-0.00026162	0.000165496	-0.00026162	0.000165496
Girdeji (t-2)	-0.000143013	0.00017633	-0.81105234	0.423723731	-0.00050313	0.000217101	-0.00050313	0.000217101
Girdeji (t-3)	0.000164826	0.00011931	1.3815412	0.17731591	-7.8829E-05	0.00040848	-7.8829E-05	0.00040848

Indiki ädim bolsa, iki regressiýanyň RSS şu aşakdaky F - testi amala aşyýarsyňyz, ýagny (n = maglumat sany, k = garaşsyz görkeziji sany, m = goşulan girdeji döwür sany):

$$F = \frac{\frac{(RSS_R - RSS_{UR})}{m}}{\frac{RSS_{UR}}{(n - k)}} = \frac{\frac{(1161 - 929)}{3}}{\frac{929}{(37 - 6)}} = 2.57$$

Eger - de tapylan F - test netijesi 95% ähtimallyk bilen $F_{critical}$ geçýän bolsa ($F > F_{critical}$) diýmek, girdejiler maýa goýumy üçin garaşsyz görkeziji! Eger - de ($F < F_{critical}$) bolsa, diýmek girdejiler maýa goýumyna täsir edenok (Ýagny, girdejiler maýa goýumy üçin garaşsyz görkeziji hökmünde ulanylyp bilenok)! $F_{critical}=2.42$ numerator 6 we denominator 30 üçin, biziň tapan F - test netijämiz $F_{critical}$ - i geçýänligi üçin, kärhananyň girdejisi kärhananyň maglumat tehnologiýalaryny çaklamada garaşsyz görkeziji hökmünde ulanylmagy mümkindir!

12 - NJI BÖLÜM.TWO-STAGE LEAST SQUARES ESTIMATION (2SLS)

Şu wagta çenli ähli regressiýalarymyzda diňe bir bagly/garaşly, bir ýa - da birnäçe garaşsyz görkezijiler bardy. Ykdysadyýetde görkezijiler gelip çykyşlary boýunça jemi 2 topara aýrylýarlar:

- **Endogenous variables** (garaşly, bagly görkezijiler): bu görkezijiler birnäçe beýleki görkezijilerden emele gelýärler. Mysal üçin: baha, inflýasiýa, ykdysady ösüş, işsizlik we ş.m. Endogenous görkezijiler ykdysadyýetde P_t , $Inflýasiýa_t$, GDP_t kiçi subscript "t" nyşany bilen görkezilýär.
- **Exogenous variables** (garaşsyz görkezijiler): berilen görkezijiler mysal üçin: boýuň, agramyň, girdejiň, we ş.m. Exogenous görkezijileri ykdysadyýetde I_0 , $Weight_0$, $Çykdaý_0$ kiçi subscript "0" nyşany bilen görkezilýär.

Eger biziň modelimiziň sag tarapyndaky garaşsyz görkezijileriň biri "endogenous" bolan ýagdaýynda näme etmeli? Mysal üçin Talap we Üpjünçilik funksiýalarymyz bar bolsun (P = baha, I = girdeji):

$$Q_t(Talap) = \beta_1 + \beta_2 P_t + \beta_3 I_0 + u_t$$

$$Q_t(Üpjünçilik) = \alpha_1 + \alpha_2 P_t + \epsilon_t$$

Talap we Üpjünçilik funksiýalarynda görşüňiz ýaly endogenous görkeziji P (baha) bar. Bular ýaly ýagdaý bolanda 2 uly mesele döreýär:

- 1) Talaby baha we girdejä regress etseňiz bahanyň kafisent belgisi oňaýly çyksa bu üpjünçilik funksiýasy bolarmy? Ýa - da oňaýly belgili talap funksiýasy bolarmy? Ýagny, identifikasiýa (identification) meselesi döreýär.
- 2) Baha - da edil mukdar ýaly endogenous görkeziji bolany üçin, bularyň haýsysy haýsysyna täsir edýär (Granger test), belkide Bahany mukdara regress etmelidiris?

Ynha bu meseleleri çözmek üçin Two - Stage Least Squares (2SLS) usuly dörändir. Ýagny (2SLS) usulynyň maksady, ekonometrik modellerdäki endogenous

görkeziji meselesini çözmekdir. (2SLS) usulynyň iň esasy şertlerinden biri: eger - de M - sany çözülmeli deňleme bar bolsa (regressiýa), onda her bir deňlemde $M-1$ görkeziji bolmalydyr! Munyň asly linear algebradan gelýär!

(2SLS) usuly 2 ädimeden durýar:

- Ilki bilen modelimizdäki endogenous görkezijini ähli exogenous görkezijilere regress edýäris we çaklama endogenous (fitted endogenous) tapýarys. Mysal üçin ýokardaky Talap we Üpjünçilik funksiýamyzda (modelimizde) I (girdeji) ýekeje exogenous görkeziji! Ilki bilen modelimiziň içindäki (deňlemäniň sag tarapynda) endogenous görkeziji P - ni, I - ýa regress edýäris we çaklama P tapýarys ($\hat{P}$), ýagny:

$$P_t = \theta_1 + \theta_2 I_0 + u_t$$

- $\hat{P}$ - tapylandan soňra bolsa, Talap we Üpjünçilik funksiýalarynyň içindäki endogenous P ýerine, çaklama P ($\hat{P}$) goýupiki regressiýany hem amala aşyrýarsyňyz! Ýagny:

$$Q_t(\text{Talap}) = \beta_1 + \beta_2 \hat{P}_t + \beta_3 I_0 + u_t$$

$$Q_t(\text{Üpjünçilik}) = \alpha_1 + \alpha_2 \hat{P}_t + \epsilon_t$$

EXERCISE 20.8⁷⁶: Aşakda (Şekil - 1) 1970 - 2005 ýyllar aralygyndaky ABS - yň jemi içerki önümi (Y_1), jemi pul mukdary (Y_2), ýerli maýa goýumy (X_1), býujet çykdajylary (X_2) we döwlet borçnama bergi kagyzlarynyň göterimi (X_3) berilen. Berilenleri ulanmak arkaly şu aşakdaky modelleriň degişli kafisentlerini tapmaly (X_3, Y_1 - endogenous; Y_2 - exogenous):

$$X_3 = \beta_1 + \beta_2 Y_2 + \beta_3 Y_1 + u$$

$$Y_1 = \alpha_1 + \alpha_2 X_3 + u$$

(2SLS) usulyny ulanallyň we ilki bilen endogenous görkezijileri exogenous görkezijilere regress etmek arkaly çaklama $\hat{Y}_1$ tapallyň.

⁷⁶ Basic Econometrics, Damodar N. Gujarati and Dawn C. Porter, fifth edition, 2009, page 732, Exercise 20.8

TABLE 20.2
GDP, M2, FEDEXP,
TB6, USA, 1970–2005

Source: *Economic Report of the President*, 2007. Tables B-2, B-69, B-84, and B-73.

Observation	GDP (Y_1)	M2 (Y_2)	GPDI (X_1)	FEDEXP (X_2)	TB6 (X_3)
1970	3,771.9	626.5	427.1	201.1	6.562
1971	3,898.6	710.3	475.7	220.0	4.511
1972	4,105.0	802.3	532.1	244.4	4.466
1973	4,341.5	855.5	594.4	261.7	7.178
1974	4,319.6	902.1	550.6	293.3	7.926
1975	4,311.2	1,016.2	453.1	346.2	6.122
1976	4,540.9	1,152.0	544.7	374.3	5.266
1977	4,750.5	1,270.3	627.0	407.5	5.510
1978	5,015.0	1,366.0	702.6	450.0	7.572
1979	5,173.4	1,473.7	725.0	497.5	10.017
1980	5,161.7	1,599.8	645.3	585.7	11.374
1981	5,291.7	1,755.4	704.9	672.7	13.776
1982	5,189.3	1,910.3	606.0	748.5	11.084
1983	5,423.8	2,126.5	662.5	815.4	8.75
1984	5,813.6	2,310.0	857.7	877.1	9.80
1985	6,053.7	2,495.7	849.7	948.2	7.66
1986	6,263.6	2,732.4	843.9	1,006.0	6.03
1987	6,475.1	2,831.4	870.0	1,041.6	6.05
1988	6,742.7	2,994.5	890.5	1,092.7	6.92
1989	6,981.4	3,158.5	926.2	1,167.5	8.04
1990	7,112.5	3,278.6	895.1	1,253.5	7.47
1991	7,100.5	3,379.1	822.2	1,315.0	5.49
1992	7,336.6	3,432.5	889.0	1,444.6	3.57
1993	7,532.7	3,484.0	968.3	1,496.0	3.14
1994	7,835.5	3,497.5	1,099.6	1,533.1	4.66
1995	8,031.7	3,640.4	1,134.0	1,603.5	5.59
1996	8,328.9	3,815.1	1,234.3	1,665.8	5.09
1997	8,703.5	4,031.6	1,387.7	1,708.9	5.18
1998	9,066.9	4,379.0	1,524.1	1,734.9	4.85
1999	9,470.3	4,641.1	1,642.6	1,787.6	4.76
2000	9,817.0	4,920.9	1,735.5	1,864.4	5.92
2001	9,890.7	5,430.3	1,598.4	1,969.5	3.39
2002	10,048.8	5,774.1	1,557.1	2,101.1	1.69
2003	10,301.0	6,062.0	1,613.1	2,252.1	1.06
2004	10,703.5	6,411.7	1,770.6	2,383.0	1.58
2005	11,048.6	6,669.4	1,866.3	2,555.9	3.40

Aşakda (Şekil - 2) we (Şekil - 3) şu regressiyalar görkezilen:

$$\hat{X}_3 = \epsilon_1 + \epsilon_1 Y_2 \text{ (Şekil - 2)}$$

$$\hat{Y}_1 = \theta_1 + \theta_1 Y_2 \text{ (Şekil - 2)}$$

Şekil - 2

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.621047864							
R Square	0.38570045							
Adjusted R Square	0.367632816							
Standard Error	2.107528604							
Observations	36							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	94.81909814	94.81909814	21.34759057	5.30659E-05			
Residual	34	151.0170118	4.441676816					
Total	35	245.8361099						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	8.908992968	0.702897857	12.67466229	1.95031E-14	7.480532657	10.33745328	7.480532657	10.33745328
Y2	-0.000947006	0.000204964	-4.620345287	5.30659E-05	-0.00136354	-0.000530469	-0.001363544	-0.000530469
RESIDUAL OUTPUT								
Observation	Predicted X3	Residuals						
1	8.315693414	-1.753693414						
2	8.236334272	-3.725334272						
3	8.149209677	-3.683209677						
4	8.098828932	-0.920828932						
5	8.054698431	-0.128698431						
6	7.946644993	-1.824644993						
7	7.818041514	-2.552041514						
8	7.706010648	-2.196010648						
9	7.615382129	-0.043382129						
10	7.513389532	2.503610468						
11	7.393972016	3.980027984						
12	7.24661781	4.52938219						
13	7.099926507	3.984073493						
14	6.895183708	1.854816292						
15	6.721408021	3.078591979						
16	6.545548919	1.114451081						
17	6.321392488	-0.291392488						
18	6.227638847	-0.177638847						
19	6.073182092	0.846817908						
20	5.91787303	2.12212697						
21	5.804137553	1.665862447						
22	5.708963403	-0.218963403						
23	5.658393258	-2.088393258						
24	5.609622424	-2.469622424						
25	5.596837837	-0.936837837						
26	5.461510612	0.128489388						
27	5.296068582	-0.206068582						
28	5.091041681	0.088958319						
29	4.762051633	0.087948367						
30	4.513841237	0.246158763						
31	4.248868827	1.671131173						
32	3.76646373	-0.37646373						
33	3.440882906	-1.750882906						
34	3.168239743	-2.108239743						
35	2.83707158	-1.25707158						
36	2.593028013	0.806971987						

Şekil - 3

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.991526425							
R Square	0.983124651							
Adjusted R Square	0.982628317							
Standard Error	287.3273928							
Observations	36							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	163526750.7	163526750.7	1980.773163	9.99525E-32			
Residual	34	2806939.042	82557.03064					
Total	35	166333689.8						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3137.796817	95.82873912	32.74379738	2.68947E-27	2943.049388	3332.544246	2943.049388	3332.544246
Y2	1.243653625	0.027943581	44.50587785	9.99525E-32	1.186865435	1.300441815	1.186865435	1.300441815
RESIDUAL OUTPUT								
	<i>Observation</i>	<i>Predicted Y1</i>	<i>Residuals</i>					
	1	3916.945813	-145.0458129					
	2	4021.163987	-122.5639867					
	3	4135.58012	-30.58012017					
	4	4201.742493	139.757507					
	5	4259.696752	59.90324806					
	6	4401.597631	-90.39763054					
	7	4570.485793	-29.5857928					
	8	4717.610017	32.88998337					
	9	4836.627669	178.3723315					
	10	4970.569164	202.8308361					
	11	5127.393886	34.30611396					
	12	5320.90639	-29.20639008					
	13	5513.548337	-324.2483366					
	14	5782.42625	-358.6262503					
	15	6010.63669	-197.0366905					
	16	6241.583169	-187.8831686					
	17	6535.955982	-272.3559816					
	18	6659.07769	-183.9776905					
	19	6861.917597	-119.2175967					
	20	7065.876791	-84.4767912					
	21	7215.239592	-102.7395916					
	22	7340.226781	-239.7267809					
	23	7406.637884	-70.03788443					
	24	7470.686046	62.01395389					
	25	7487.47537	348.02463					
	26	7665.193473	366.506527					
	27	7882.459761	446.4402387					
	28	8151.710771	551.7892289					
	29	8583.75604	483.1439596					
	30	8909.717656	560.5823445					
	31	9257.69194	559.3080602					
	32	9891.209096	-0.509096285					
	33	10318.77721	-269.9772125					
	34	10676.82509	-375.8250911					
	35	11111.73076	-408.2307638					
	36	11432.2203	-383.6203029					

Ikinji ädim bolsa, tapylan çaklama Y_1 ($\hat{Y}_1$) ulanyp şu regressiýany edeliň:

$$X_3 = \beta_1 + \beta_2 Y_2 + \beta_2 \hat{Y}_1 + u \text{ (Şekil - 4)}$$

$$X_3 = \alpha_1 + \alpha_2 \hat{Y}_1 + u \text{ (Şekil - 5)}$$

Şekil - 4

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.621047864							
R Square	0.38570045							
Adjusted R Square	0.338221051							
Standard Error	2.107528604							
Observations	36							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	2	94.81909814	47.40954907	21.34759057	1.12423E-06			
Residual	34	151.0170118	4.441676816					
Total	36	245.8361099						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	11.29833501	1.179490689	9.578994656	3.46876E-11	8.901321531	13.69534849	8.901321531	13.69534849
Predicted Y1	-0.000761471	0.000164808	-4.620345287	5.30659E-05	-0.0010964	-0.00042654	-0.001096402	-0.00042654
Y2	0	0	65535	#NUM!	0	0	0	0

Şekil - 5

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.621047864							
R Square	0.38570045							
Adjusted R Square	0.367632816							
Standard Error	2.107528604							
Observations	36							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	94.81909814	94.81909814	21.34759057	5.30659E-05			
Residual	34	151.0170118	4.441676816					
Total	35	245.8361099						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	11.29833501	1.179490689	9.578994656	3.46876E-11	8.901321531	13.69534849	8.901321531	13.69534849
Predicted Y1	-0.000761471	0.000164808	-4.620345287	5.30659E-05	-0.0010964	-0.00042654	-0.001096402	-0.00042654

Ýokarda (Şekil - 4) (2SLS) usulynyň deňleme şertini bozanymyz üçin bu netijenamany aldyk (identification problem). (Şekil - 5) görünişi ýaly, jemi içerki önümiň ýokarlanmagy, göterimleriniň düşmegine sebäp bolýar. Aşakda bolsa, götermileriň gönümel endogenous görkeziji bolan jemi içerki önüme regressiýa netijenamasy görkezilen (Şekil - 6):

Şekil - 6

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.613040097							
R Square	0.375818161							
Adjusted R Square	0.357459872							
Standard Error	2.124412965							
Observations	36							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	92.3896747	92.3896747	20.47130607	7.04029E-05			
Residual	34	153.4464352	4.513130447					
Total	35	245.8361099						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	11.18774114	1.179762498	9.483045241	4.46112E-11	8.790175283	13.585307	8.790175283	13.585307
Y1	-0.000745284	0.000164721	-4.524522745	7.04029E-05	-0.00108004	-0.00041053	-0.001080037	-0.00041053

Ýokardaky (Şekil - 6) regressiýa netijenamasy görşüňiz ýaly (2SLS) netijenamadan hiç bir tapawudy bolmady diýen ýaly. Ýöne siz muňa aldanmaň, bu hemişe beýle däldir!

STRATEGIC ADVANTAGES OF CREATION OF STATE SUPPORTED CRYPTOCURRENCY MINING INFRASTRUCTURE FOR ENERGY ABUNDANT ECONOMIES

Yhlas Yagshyyev

Head of International Economics Department, International University for Humanities and
Development, Ashgabat, Turkmenistan (2020)

ABSTRACT

Past decade witnessed drastic expansion of crypto-currencies on the awe of ever-increasing global demand to this new fintech product. Especially, combination of couple of novelty ideas such as distributed ledger technology (DLT), blockchain, smart contract, with limited constant decentralized supply characteristics of this new currency through computational work (mining) gained cryptocurrencies a needed trust to be used not only as a medium of exchange, but also as an investment and savings tool. Even though cryptocurrency is a digital product, virtually could be supplied (mined) from any corner of the world where access to internet and electricity is available, the aim of this research was to find the long run optimal geographical location (country) for mining this “new resource”. Internet and above mentioned simple yet secure technical characteristics of this “new resource” provide perfectly competitive environment for “miners” (price of the cryptocurrency is determined purely by market demand due to fixed supply, no transportation costs, no exporting or importing tariffs, no legal barriers for “mining” (as of 2021), etc.) but costs associated with mining will make profitability of this “business” vary depending on locations of miners. Through constructing and solving miner’s profit maximization model, it was found that in a long run miner’s profit will depend on single variable cost-electricity. Miners with lowest electricity cost will earn highest profits at given price. Furthermore, it is strongly believed that state support of crypto-currency mining “industry” through creating of national mining companies (or by creating mining cluster zones, etc.) economies may attain strategic edge in combating unfair economic sanctions, trade wars, geopolitical games, geographical and transportation difficulties.

Key words: Cryptocurrency, energy abundant, economic sanctions, electricity, mining, profit maximization, digitalization

INTRODUCTION TO GENERAL MECHANICS OF CRYPTOCURRENCIES

It would not be considered as an exaggeration to compare an impact of the paper “Bitcoin: A Peer-to-peer electronic cash system” published in 2008 under the pseudonym of Satoshi Nakamoto (Nakamoto, 2008) to the financial world with an impact of the Charles Darwin’s “On the Origin of Species” book published in 1859 to the world of social and humanitarian sciences. While Darwin’s hypothesis continues boggling human minds over 160 years, mind boggling by Satoshi Nakamoto’s paper seems yet to come. Even though

cryptocurrency had not caught deserved attention initially, later on this “negligence” was compensated (Economic Report of President of United States, 2019), (Financial Conduct Authority report of United Kingdom, 2020), (Central Bank Digital Currencies joint report [Board of Governors of Federal Reserve System, Bank for International Settlements, Bank of England, Swiss National Bank, Sveriges Riskbank, Bank of Japan, European Central Bank, Bank of Canada], 2020), (G7 Working Group report on Stablecoins, 2019), (Establishment of The Digital Currency Research Institute by People’s Bank of China, 2014), (Inthanon-LionRock joint project by Honk Kong Monetary Authority and Bank of Thailand, 2018), (Project Ubin by Monetary Authority of Singapore, 2016), (Project Stella by European Central Bank and Bank of Japan, 2016), (Project Jasper by Bank of Canada, 2016), (Project Aber by Saudi Central Bank and Central bank of U.A.E., 2019), (Project Khokha by South African Reserve Bank, 2018), (Project SALT by Central Bank of Brazil, 2016), (Project Bakong by Cambodia Central Bank, 2020), (DXDECariibe project by Eastern Caribbean Central Bank, 2019), (Sand Dollar project by The Central Bank of Bahamas, 2019), (Internet and Mobile Association of India vs. Reserve Bank of India civil case judgement by The Supreme Court of India, 2020), (Top universities offering courses related to cryptocurrencies and their underlying technology, MarketWatch report, 2018), (Starting of trading Bitcoin (cryptocurrency!) futures at New York Stock Exchange, 2019) (Auer, Cornelli and Frost, 2020), (Hileman and Rauchs, 2017). Brilliant, yet simple solution to double spending problem when using digital currencies through special way of organizing, storing, and sharing of information among participants of network (nodes) introduced in paper was termed as a blockchain (chain of blocks!) by Nakamoto. Later on, this evolved into distributed ledger technology (DLT), capturing broader spectrum of decentralized asset transfer technologies. Decentralized transaction refers to transactions that are carried out among participants of network (peer-to-peer) without using any assistance by third parties (banks, other financial institutions, etc.) for verification or approval. Verifications of transactions are done by participants of network (miners!) themselves through proof-of-work (sort of solving cryptographic puzzle which gets harder as your computational power increases), which is a process of computational work (mining!) done in a certain time frame (during creation of blocks!) at the end of which miners are rewarded with portion of cryptocurrency freshly “mined” depending on each miner’s computational work effort spent (hashing power!). The other way of thinking it is like a collective clearing house, where all participants need to verify each and every transaction helping whole process running and earning some reward in the process (Schilling and Uhlig, 2018). After each constant time laps all transaction records are “locked” and new block is formed. After creation of each block, miners get their rewards for their work efforts which are paid in cryptocurrency in constant supply (Abadi and Brunnermeier, 2018). The amount of reward each miner gets will depend on their work effort; hashing power. To gain more rewards, miners increase their hashing power through using specialized electronic circuits such as graphical processing units (GPU), application-specific integrated circuits (ASIC) and field-programmable gate arrays (FPGA) (Budish, 2018). These “locked” blocks make past transactions irreversible, which effectively eliminates the risk of double spending problem in digital currencies, thus increasing overall security of digital currencies (Catalini and Gans, 2019), (Zheng, Xie, Dai, Chen and Wang, 2017), (Caporale, Kang, Spagnolo and Spagnolo, 2020). Blocks of information records (ledger) regarding past transactions distributed among the participants of network is called blockchain. Technical and procedural characteristics of digital currencies such as size (1 MB, 1 GB, etc.), time frame for formation of each block (once every 10 minutes, 20, etc.), supply of cryptocurrency as a reward for mining per block (10 units of

currencies per block, 20, 100, etc.), total cryptocurrency amount to be supplied (1 BLN, 10 BLN, etc.) and other fundamental issues are pre-determined and written in its protocol (Böhme, Christine, Edelman and Moore, 2015). None of the participants can make any alterations in protocol except by majority consensus. Change made due to disagreement in the state of the system, security or any other reasons to initial protocol is called forking (Misic, Misic, and Chang, 2019). Forking creates an alternative pathway for newly created blocks and participants may choose to follow any pathway through updating software and following new pathway or keeping an old version and continue following the old pathway. Networks may be of open form where participants have free entry (permissionless), or in closed (permissioned) form where participants are chosen by majority consent or by central authority.

ELEMENTS OF CRYPTOCURRENCIES

Fundamental principles of cryptocurrency, as we know it today and which was relayed in groundbreaking paper of Satoshi Nakamoto (Nakamoto, 2008), could be divided into six parts: smart contract, distributed ledger, proof of work, blockchain, constant and decentralized supply of digital currencies and forking.

Smart contract is a transaction protocol created for automated machines and computers for instant automatic execution as soon as contract obligations are met. American cryptographer Nick Szabo put forward idea of smart contract in his paper (Szabo, 1997) and gave simple example of vending machine. When coin is entered into the vending machine it automatically brings out the demanded product. Machine automatically executes transaction as soon as conditions of transaction protocol is met. The paper discusses importance of smart contracts and inevitability of its future successful implementation due to increasing international trade and due to natural benefit from paper cost reduction for entrepreneurs. All existing cryptocurrencies have basic transaction rules encrypted (stated, written) in its protocol (Swan, 2015), (Cong and He, 2018). Over 1700 published works (articles, notes, speeches, etc.) about smart contracts within last couple of decades (Salmeron-Manzano and Manzano-Aguigliaro, 2019) and its recent implementation to various areas show huge applicability potential of this technological novelty (Fintech Note 6, World Bank Group, 2020).

Distributed ledger technology (Fintech Note 1, World Bank Group, 2017) eliminated the need for third parties for executing transactions because all transaction records are kept by participants of network simultaneously (Huberman, Leshno and Moallemi 2018), (Morabito, 2017). Classic transactions require third party for recording all transactions and acting as a clearing house (banks, stock exchanges, derivative exchanges, etc.) in between two parties (seller and buyer) earning commission on the go for a provided service. General ledger is kept by record keepers and parties have an access to their own transaction records only. Other records were protected by law due to privacy reasons. Distributed ledger technology has many benefits such as increasing welfare through decreasing transaction costs (Chiu and Koepl, 2018), increasing general security of whole process due to the fact that all records of transactions are kept by all miners simultaneously (this does not mean that individual accounts of miners are protected from hackers attacks!), and elimination of monopoly over store and possession of transaction records. According to recent researches made by various central banks (Central Bank Digital Currencies joint report [Board of Governors of Federal Reserve System, Bank for International Settlements,

Bank of England, Swiss National Bank, Sveriges Riskbank, Bank of Japan, European Central Bank, Bank of Canada], 2020), distribution ledger technology opts to play pivotal role in managing of national digital currency projects.

Proof of work can shortly be described as total energy (computational power) spent to solve (output) cryptographic puzzles in a given time frame (Dwork and Naor, 1993), (Jakobsson and Juels, 1999). Think of a class where students are given hundred questions and ten minutes to solve them. The more you solve till the duration ends, the higher the grade you will get. Proof of your work will be amount of solved questions. High amounts of solved questions will show greater (energy) brain efforts spent, which deserve a high grade! The same logic is applicable in crypto-currency mining. The bigger efforts you spend (higher the hashing power), the bigger portion of prize (crypto-currency) the miner gets.

Blockchain is the chain made of blocks of transaction records. As per crypto-currency protocol, every certain time frame, the information regarding transactions of crypto-currencies is “locked”, thus forming blocks of information. Those blocks of information cannot be altered without majority consensus. **Forking** is, simply put, diversion of blockchain into different paths, and it is becoming main issue in crypto-currency world.

Constant and decentralized supply of currencies: Monetary policy, including currency emission, is monopolized and managed by central banks (or any other government agency) of governments. This can lead to *moral hazard* and *conflict of interest* issue for government officials if independency of government institutions is not properly maintained. Many cases could be brought from history when dully printing money was used as means to deal with budget deficit, or when foreign funds acquired from selling government bonds (foreign debt) is used for “inefficient” projects, or, what even worse, simply settles in some private accounts of top bureaucrats. Consequences of this type of “financially unethical” actions could be dire, from hyperinflation to economic collapse. Decentralized nature of crypto-currency supply (mining) eliminates the monopoly over money supply effectively helping “money” to gain independency from politicians. One of the main intrinsic difference of crypto-currency from fiat currency is that amount of total currency and emission time are all constant, predetermined (written in their protocol) while same cannot be said for fiat currencies.

METHODOLOGY AND MODEL

Miners get rewards, crypto-coins, depending on the work effort they spent (computational power);

$$\frac{Q_0}{w_{1,t} + w_{2,t} + w_{3,t} \dots + w_{n,t}} = q_t$$

Q_0 = total crypto-coins mined in one period, thus we assume here that supply of crypto-coins is constant regardless of total efforts spent. Amount of crypto-coins to be supplied in one period is predetermined, written in protocol (exogenous variable).

$w_{i,t}$ = work effort of miner i spent at period t

q_t = portion of total crypto-coins mined per single unit of work effort spent by miners at period t . As it can be seen from the equation above, increase (decrease) in number of miners (in

next period) will decrease (increase) portion of crypto-coins per single unit of work effort spent (of course we assume everything else remains constant, *ceteris paribus*);

$$\frac{Q_0}{w_{1,t+1} + w_{2,t+1} + w_{3,t+1} \dots + w_{n,t+1} + w_{n+1,t+1}} = q_{t+1}$$

$$q_t > q_{t+1}$$

Total global revenue (TGR) earned by miners in one period will be equal to;

$$TGR = P_0 * Q_0$$

P_0 = Exchange rate of crypto-currency (or price of crypto-currency).

Revenue of miner i (R_i) from mining in period t ;

$$R_{i,t} = P_0 * w_{i,t} * q_t$$

Cost function of miner i ($TC_{i,t}$) for period t will consist of fixed cost (fc_i) used in period t , which will include all costs not directly associated with amount of crypto-coins mined or any work efforts spent such as rent, employee salary, etc. and variable cost, which will include amortization costs (wear and tear cost!) of all equipment used (m_t) and electricity cost (el_t) in period t . Variable costs will change depending on work efforts spent in period t . Thus;

$$TC_i = (m_t + el_t) * w_{i,t} + fc_i$$

Profit maximizing conditions for miner i is ($\frac{\partial \pi}{\partial w} = 0$);

$$P_0 * q_t * (1 - \frac{w_{i,t}}{\sum_{k=1}^{k=n} w_k}) = m_t + el_t$$

$\sum_{k=1}^{k=n} w_k$ = is the total efforts spent by all miners. As it is seen from left hand side of the equation above, revenue from investing/spending one more unit of effort of the miner i positively correlate with exchange rate, P_0 , and portion of crypto-currency per unit of effort, q . Intuitively, it has negative correlation with total efforts, which means: revenue from investing one more unit of effort from mining will decrease as number of miners' increase (keeping everything else constant)! From the right hand side of equation, we see that in a long run, only costs that matters for investing/spending one more unit of effort of the miner i for crypto-currency mining are amortization and electricity. Taking into the consideration the fact that the technology used in the process of mining is same everywhere (computers, graphical processing units (GPU), application-specific integrated circuits (ASIC) and field-programmable gate arrays (FPGA)), and if all the safety and other standards are followed, one can assume that amortization costs per crypto-coin mined will be the same. Thus, profitability of mining will depend on cost of energy spent (in our case it is electricity)! Those geographies with low energy costs will have a strategic advantage in crypto-currency mining.

CONCLUSION

One of the main reasons why crypto-currencies do not gain trust of the majority of regulators is due to its volatility. Unpredictable price fluctuations and decentralized (thus no regulated) nature of crypto-currencies makes them highly “risky” asset. Miners will lose money if price of crypto-currency drops below its cost. As stated in this paper, in a long run the only cost that matter is cost of electricity. As we all know, electricity prices are not the same around the world. Miners from energy abundant countries (natural gas, petrol, sunlight, etc.) where electricity prices are low will be less worried from price fluctuations. Mining also could have been excellent solutions for countries which are having geopolitical issues such as sanctions, transactions and trade bans, transportation problems and problems arising from landlocked geographical nature of a country. Energy abundant nations can start mining in national level by establishing state mining centers and use their cheap energy and turn it to hard currency. This would have solved artificially created political and geopolitical obstacles and would have given a country strategically and economically important instrument. One should also keep in mind the fact that, cybersecurity will be a first obstacle in implementation of this type of projects.

REFERENCES

1. “Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system”, Satoshi Nakamoto, 2008
2. Economic report of the President of United States, 2019
3. “Cryptoasset consumer research”, Financial Conduct Authority report of United Kingdom, 2020
4. Central Bank Digital Currencies joint report, Federal Reserve System, Bank for International Settlements, Bank of England, Swiss National Bank, Sveriges Riskbank, Bank of Japan, European Central Bank, Bank of Canada, 2020
5. G7 Working Group report on Stablecoins, 2019
6. Inthanon-Lionrock, Leveraging Distributed Ledger Technology to Increase Efficiency in Cross Border Payments, Honk Kong Monetary Authority and Bank of Thailand, 2018
7. Project UBIN: Enabling Broad Ecosystem Opportunities, Monetary Authority of Singapore, 2016
8. Synchronized cross border payments, Project Stella by European Central Bank and Bank of Japan, 2019
9. Project JASPER: A Canadian Experiment with Distributed Ledger Technology for Domestic Interbank Payments Settlement, Bank of Canada, 2016
10. Project ABER, Saudi Central Bank and Central Bank of the U.A.E. Joint Digital Currency and Distributed Ledger Project, 2019
11. Project KHOKHA, South African Reserve Bank, 2018
12. Project SALT, Distributed ledger technical research in Central Bank of Brazil, Central Bank of Brazil, 2016
13. Project BAKONG, Cambodia Central Bank, 2020
14. “Project Sand Dollar: A Bahamas Payments System Modernization Initiative”, The Central Bank of Bahamas, 2019

15. Internet and Mobile Association of India vs. Reserve Bank of India civil case judgement by The Supreme Court of India, Case number W.P.(C) No.-000528 / 2018, 2020
16. “Rise of the central bank digital currencies: drivers, approaches and technologies”, Raphael Auer, Giulio Cornelli and Jon Frost, BIS Working Papers No 880, 2020
17. “Global blockchain benchmarking study” Garrik Hileman and Michel Rauchs, 2017
18. “Some simple bitcoin economics”, Linda Schilling and Harald Uhlig, NBER Working paper series No 24483, revised 2019
19. “Blockchain Economics”, Joseph Abadi and Markus Brunnermeier, NBER Working paper series No 25407, 2018
20. “The economic limits of bitcoin and the blockchain”, Eric Budish, NBER Working paper series No 24717, 2018
21. “Some simple economics of the blockchain” Christian Catalini and Joshua S. Gans, NBER Working paper series No 22952, revised 2019
22. “An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends”, Zibin Zheng, Shaoan Xie, Hongning Dai, Xiangping Chen, and Huaimin Wang, 2017
23. “Cyber-attacks and Cryptocurrencies “, Guglielmo Maria Caporale, Woo-Young Kang, Fabio Spagnolo and Nicola Spagnolo, 2020
24. “Bitcoin: Economics, Technology, and Governance” Rainer Böhme, Nicolas Christin, Benjamin Edelman, and Tyler Moore, Journal of Economic Perspectives, 2015
25. “On forks and fork characteristics in a Bitcoin-like distribution network”, Vojislav Misic, Jelena Misic, and Xiaolin Chang, 2019
26. “Formalizing and Securing Relationships on Public Networks”, Nick Szabo, 1997
27. “Blockchain Theory of Programmable Risk: Black Swan Smart Contracts”, Melanie Swan, 2015
28. “Blockchain disruption and smart contracts”, Lin William Cong and Zhiguo He, NBER Working paper series No 24399, 2018
29. “The Role of Smart Contracts in Sustainability: Worldwide Research Trends” Esther Salmerón-Manzano and Francisco Manzano-Agugliaro, 2019
30. Fintech Note 6, World Bank Group, 2020
31. Fintech Note 1, World Bank Group, 2017
32. “An Economic Analysis of the Bitcoin Payment System”, Gur Huberman, Jacob D. Leshno and Ciamac Moallemi, 2018
33. “Business Innovation Through Blockchain”, Vincenzo Morabito, 2017
34. “The Economics of Cryptocurrencies Bitcoin and Beyond”, Jonathan Chiu and Thorsten Koepl, 2018
35. “Pricing via Processing or Combatting Junk Mail”, Cynthia Dwork and Moni Naor, 1993
36. “Proofs of Work and Bread Pudding Protocols”, Marcus Jakobsson and Ari Juels, 1999